ARTIGLIERIA TEORICA

DI

V. D' ESCAMARD

COLONNELLO NEL CORPO REALE DEL GENIO, GIÀ CAPITANO DI ARTIGLIERIA, ED ISTITUTORE DELLA TEORIA DI QUEST' ARMA, NEL CORPO STESSO.

NAPOLI 1816.

Presso Domenico Sangiacomo
Stampatore del Real Collegio Militare.

A S. A.

D. LEOPOLDO

PRINCIPE REALE DELLE DUE SICILIE

Altezza Reale

L'Artiglieria, essendo divenuta il principale agente nelle battaglie, com'era già la forza motrice negli assedj, e la difesa delle Piazze, è quell'arma, la

*

di cui conoscenza, non dovrebb' essere disgiunta dalla istituzione militare, benchè nelle Armate non formi, che il patrimonio esclusivo di un corpo solo.

V. A. R., che nell' essere alla testa del Real Esercito, conosce il dettaglio di tutte le arme, che lo compongono, ha specialmente delle nozioni, egualmente precise, ch' esatte dell' Artiglieria, perchè poggiate sulle matematiche, che V. A. R. ha così bene coltivate, avendo un gusto deciso per le scienze astratte, e per la guerra.

Quanto io mi stimo fortunato, di essere autorizzato a dedicarvi questo travaglio, che ha il rapporto più intimo a tali conoscenze, e che ordinatomi da S. M. Vostro Augusto Genitore, per ser-

vire d' istruzione ai giovani Uffiziali di Artiglieria, è divenuto col tempo, un corpo di scienza completo.

La conoscenza delle armi, e della loro più grande leggerezza; quella della forza motrice, che agendo su i projetti, li rende suscettibili di effetti sì prodigiosi, che hanno sempre sorpreso; l' altra della resistenza da opporre allo sforzo della causa movente; la maniera infine di fissare l' uso delle armi, coll' assicurarne i loro tiri; sono le parti, che discusse in questo trattato, formano il piano dall' opera, che per tutt' i riguardi, io non poteva altrimenti bene patrocinare, che indirizzandola a V. A. R.

Se in vece di una Scienza, io avessi dovuto trattare della virtù, il mio

travaglio sarebbe riuscito più agevole, perchè ne avrei trovato in V. A. R. stessa, il modello più naturale.

Di V. A. R.

Umil.mo, e Fed.mo Suddito
V. D' Escamard.

ARTIGLIERIA TEORICA.

DELLA POLVERE DA CANNONE, E DE' SUOI COMPONENTI.

È ignota precisamente l' epoca del cambiamento nell' ordine, e nel metodo delle Fortificazioni, com' è ignota l' altra dell' Artiglieria, che ha dovuto esserne la cagione. L' azzardo ha prodotto quest' ultima scoverta, come il raziocinio ha fissato delle variazioni notabili nella prima. Alle antiche armi da getto; all' Ariete, all' Onagro, erano ben dovute le torri; contro le moderne non potevano queste sostenersi, ed i bastioni hanno dovuto rimpiazzarne le funzioni. Lascerebbero le torri degli spazj indifesi, ne' luoghi, dove si passa la fossata. È naturalmente venuta da questo principio, l' idea de' bastioni angolari, e de' fianchi rettilinei, nata dalla direzione dei fuochi, che ha fissato la traccia della magistrale nelle Piazze di guerra. (*Fig. 1.*)

Fra il famoso Zischa, ed il celebre Achmet-Pachà, si dice divisa la gloria del cambiamento nella fortificazione, come si è creduto, che

all' Inglese Rugiero Bacone, ed al Tedesco Bertoldo Schwartz, si dovesse l' invenzione della polvere. È sicuro pertanto, che nel 1480, Achmet-Pachà fortificando Otranto, la cinse di bastioni.

Dovendosi qui trattare dell' Artiglieria, ossia della scienza, che dà i metodi di usare delle armi da fuoco, cominceremo col dare un idea della invenzione della polvere da cannone, suo principale agente, trattando posteriormente delle teorie, che hanno generalizzato, e perfezionato l' uso delle armi suddette, e de' loro rapidi progressi.

Si crede generalmente, che il Monaco Schwartz, abbia inventata la polvere nel 1320, e che i primi ad usarla fossero stat' i Veneziani in una guerra contro i Genovesi. Intanto 50 anni prima, come di una cosa molto conosciuta, parla Rugiero Bacone di una simile composizione. È sorprendente per altro, come debba credersi, che l' invenzione della polvere non sia anteriorè al 1320, quando nella Città di Amberga nell' Alto Palatinato, esiste al rapporto degli Storici, un cannone di ferro fuso, che ha incisa sulla fascialta di culatta, l' epoca della sua formazione, marcata al 1301; o pure si voglia tutto al più rimontare tale invenzione al 1270, quando la scoverta del salnitro, che n' è la prima parte costitutiva, sia stata anteriore a quel tempo.

I Cinesi conoscevano già una composizione, che produceva una detonazione molto violenta, nell' 85 dell' Era Volgare : in questa probabilmente non entrava il salnitro, attribuendosi la sua scoverta alla metà dell' Era stessa. È plausibile, che non molto dopo la scoverta del salnitro, sia successa l' altra della polvere da cannone, com' è probabile, che il salnitro maneggiato, poteva una volta cadere nel fuoco, e producendovi della deflagrazione, doveva avvertire gli uomini di questa sua proprietà, e portarli velocemente alla scoverta della polvere da cannone. Non si poteva fare a meno di conoscere da questa deflagrazione, la necessità di accoppiare il salnitro al carbone, per produrre dell' esplosione, che l' unione del solfo, fece dopo divenire più violenta.

La prim' applicazione di questa composizione, fu nei fuochi artificiali. Si conosce molto il fuoco Greco, e si deve assolutamente credere, che il merito di Schwartz, non si riducesse, che all' avere soltanto adattato gli usi di questa conosciuta miscela, agli affari della guerra.

La proprietà particolare del salnitro, è il progresso dell' infiammazione delle parti, colle quali egli è in miscela, e che separatamente alcuna di queste, non produrrebbe esplosione alcuna. Se in effetto si ponga del salnitro in un crogiuolo al fuoco, egli si fonderà lentamente; ma

se nel tempo della sua fusione, vi si versi qualche materia infiammabile, la detonazione è pronta, ed è proporzionata alla quantità della materia suddetta.

I componenti della polvere, sono sempre stati, il solfo, il carbone, ed il salnitro, ottenendosi in questa miscela, dal primo componente, la facilissima accensione; da due primi la durata; e dal terzo la detonazione, che produce la forte esplosione.

Dalla perfezione della misscla; dalla purità de'componenti; dalla esatta manipolazione; dalla grandezza de' granelli; e dalla proporzione nelle parti della miscola stessa, è sempre derivata la bontà della polvere. Avendo riguardo alcuni Chimici, all'aumento eccessivo della forza di esplosione, vi hanno mischiato l'acido muriatico ossigenato a base di potassa, eminentemente elastico, e capace di accrescere la forza esplosiva, e di dare somma attitudine alle materie combustibili per l'accensione. Otteneva Berthollet da quest' aggiunzione, una quadrupla forza di esplosione, ma contemporaneamente una somma facilità di accensione, che non preservava il mescuglio ne' barili. Essendo d'altronde la doppiezza del metallo nelle armi da fuoco, proporzionata alla pressione, esercitata nel di loro interno, dal fluido elastico; o bisognava considerabilmente accrescere la suddetta grossezza, locchè me-

nava l' Artiglieria in un imbarazzo insormontabile nella guerra ; o bisognava caricare le armi col quarto del peso della polvere stessa ; ed allora si ottenevano i medesimi effetti negli urti , e nelle portate. Queste combinazioni , hanno fatto mantenerci negli stessi limiti , tanto nel numero de' componenti, che nella di loro proporzione.

Componendosi, come si è detto la polvere, che forma il principale agente dell' Artiglieria, dal solfo dal carbone, e dal salnitro, è necessario di analizzare partitamente tali materie , e di vedere nel tempo stesso, la cagione effettiva della detonazione , che il sentimento discorde degli autori, ha fatto lungo tempo giacere nell' incertezza.

Il solfo , creduto dagli antichi Chimici una sostanza composta , dall' acido vitriolico , e dalla parte combustibile , è stato osservato da moderni , essere una sostanza semplice. Dalla sua combinazione col calorico , nasce il gas del solfo, e dall' altra coll' ossigene a varj gradi di saturazione , risultano l' ossido del solfo , l' acido solforoso, e l' acido solforico. Lasciando ai chimici il campo di ripetere le loro sperienze, con quel successo, che forse un giorno li porterà a conoscere composta questa materia , noi ci contenteremo di osservare , che questo radicale, per ora semplice, si rinviene nelle viscere della terra , nello stato minerale.

Ad un moderato grado di calore, il solfo si

fonde , e si sublima in piccoli fiocchi , detti fiori di solfo. Trovandosi, come sempre accade, in unione di altre materie eterogenee , si depura sublimandolo.

Le proprietà del solfo sono : di accendersi, e di consumarsi apparentemente , quando il grado di calore a cui si sottopone , è maggiore sensibilmente di quello atto alla sua sublimazione. Egli si converte allora in gas del solfo , come abbiamo detto, non potendosi giammai consumare il suo radicale , che non fa, che rapessa in altre combinazioni, più , o meno osservabili, accadendo lo stesso a tutt' i corpi della natura nel loro stato di fermentazione, e di putrefazione.

È proprio il solfo ad essere impiegato nella polvere da cannone, propagandosi celeramente il moto igneo nelle sue parti. Esso dà alla polvere un'attività maggiore, essendo depurato , che sublimato (1).

---

(1) È indispensabile , che il solfo del commercio , posto in grossi tegami, si faccia liquefare a fuoco lento, schiumandone con una schiumarola tagliente , e di piccola concavità , le materie impure , che il calore manda alla superficie.

La schiumatura essendo finita , il solfo si passa a decantare , per tirarne dal fondo le parti terrose. Pestato in un mortajo , e passato per uno staccio , si lascia in tale stato , sino al momento della composizione della polvere , il consumo è spesso del 15 per 100.

La velocità dell' accensione del solfo, decresce in ragione, che cresce la rarefazione dell'aria, atta alla sua combustione. È questa d' altronde una legge generale in tutt' i corpi combustibili. Nella macchina pneumatica, dove si è prodotto il vuoto apparente, la sua accensione è lentissima, e si è sempre in obligo di sostenerla, colla continua applicazione del fuoco. Non si accenderebbe affatto il solfo, se l' arte potesse produrre il vuoto assoluto nel recipiente suddetto.

Il carbone è una sostanza, che gli antichi Chimici credevano composta, che le ripetute sperienze de' moderni, hanno fatto rinvenire semplice, e che al pari del solfo, potrà forse una volta trovarsi nuovamente composta. È questa una materia combustibile, che a diversi gradi di saturazione di ossigene, passa nello stato di ossido del carbone, e di acido carbonico. Portato in quest' ultimo stato ad una temperatura elevatissima, passa nello stato di gas, detto gas acido-carbonico, per l' unione di gran copia di calorico. Egli si ricava da vegetabili, ne' quali si trova unito ad altri principj, che compongono questi corpi organici, e che da essi si separano mediante la combustione, e senza il totale intervento dell' aria. È in tale stato, ch' egli si usa nella composizione della polvere da cannone. Si trova ancora nelle viscere della terra una so-

stanza combustibile, simile al carbone vegetabile, che porta il nome di carbon fossile.

Le proprietà del carbone sono: di ardere esposto all' aria libera, e di consumarsi ad un grado di fuoco competente; di manifestare nel principio della sua combustione, una fiamma turchina, che passa ad essere rossa nel suo proseguimento. Spesso scintilla, e si arroventisce senza fiamma. In tale stato, agitato dal vento, appare di un colore rosso, il quale diviene più vivo, in ragione della forza del vento stesso.

La sua decomposizione è così molto pronta. La qualità di mantenere il fuoco nello stato di molta forza, ha fatto occuparli luogo fra i componenti della polvere da cannone.

Si arroventisce il carbone ad un grado di fuoco maggiore di quello, che produce la sua combustione. Essa è più pronta, in ragione della sua purità (2).

---

(2) Di qualunque maniera si ottenga il carbone, deve avvertirsi, 1.° Che le fosse destinate alla carbonizzazione, debbono essere parallelepipede, rivestite internamente di mattoni, e poscia di un' intonaco refrattario. 2.° Che le fascine debbono porsi a strati nelle fosse, e non covrirle di strati superiori, che quando quelle del fondo, siano bene accese. 3.° La massa dev' essere sempre rimossa, affinchè non vi rimanga del carbone crudo. 4.° Sessanta fascine in una fossa ordinaria, e giustamente capace

Il salnitro , detto più propriamente nitrato di potassa , si compone dall' acido nitrico, e dalla potassa, od altra materia alcalina.

Si rinviene il salnitro nello stato d' impurità, unito cioè a delle terre calcaree , e magnesie , dalle quali si può separare , coll' aggiunzione di una soluzione di potassa nell' acqua. La maggiore affinità , che ha questo sale colla potassa , lo fa separare dalle materie suddette. Si ricava ancora artificialmente colla fermentazione putrida delle sostanze vegetabili , ed animali , che forniscono l' acido nitrico , e la potassa. Vi si uniscono a questi mescugli de' calcinacci ,

---

di riceverle carbonizzando, avendo richiesto un' ora , dal momento della comunicazione del fuoco , sino alla covertura della fossa , una proporzione ne fisserà il tempo in qualunque altra quantità. 5.° La fossa dev' essere coverta da tela bagnata , sovrapponendovi uno strato di un piede di terra. 6.° Dopo cinque giorni si scovrirà la fossa , ed il carbone ricavato , che contiene sempre delle parti accese , si spanderà su di un aja pulita , per terminare del tutto a smorzarsi , potendo l' accesso libero dell' aria , promuovere nelle sue parti , qualche lieve combustione , rivolgendone la massa. Con una scopa umettata essa si arresterà. 7.° Scelto il carbone , si asciugherà. Si passerà posteriormente sotto la macina per essere polverizzato. Passerà quindi per uno staccio fino a tamburro , per impedire la volatilizzazione delle parti più attive. Sarà mantenuto in tale stato , sino alla composizione della polvere.

per fermare l'acido nitrico, che si trova già svolto nell' atmosfera , per la fermentazione di tali màterie. L' acqua bollente , impregnata da un alcali fisso , versato su queste sostanze , somministra la base del nitro , cioè la potassa , cho unendosi all'acido nitrico già fissato da calcinacci , n'espelle contemporaneamente le sostanze terrose , e forma il nitrato di potassa (3).

(3) Il salnitro si raccoglie ne' laghi del Messico , e dell' Ukrania , da una pietra calcarea , che si decompone all' aria. Il nitro di cui si fa uso nelle colonie delle Indie Orientali , è ricavato da una terra ; e nella Costa di Patagoni , si trova puro , e cristallizzato. Però questo saluitro , che fornisce la natura , non è sufficiente all' immenso consumo , che se ne fa nella composizione della polvere , per cui la maggior parte di quello , ch' è nel commercio, è un prodotto dell' arte.

Per una nitriera artificiale , è necessario di avere una tettoja , sotto di cui si pongono le materie destinate a nitrificare , cioè frammenti di mura vecchie, terra grassa di giardini, mescolata con letame, erbe , piante , cadaveri di animali , scopatura di strade, e ceneri. Per promuovere la putrefazione, è di bene di animare gli strati delle suddette materie coll' urina , e colle acque residue delle lavature de' panni , e delle stoviglie : la mescolanza si cuopre con pezzi di tegole rotte , e con gesso , battuti , e mescolati con calce , e cenere. Quando la massa è putrefatta, è necessario di smuoverla , ed agitarla con delle pale.

Il salnitro, come si è detto, risulta dall' acido nitrico , e dalla potassa : i principj costituenti l' acido nitri-

Questo sale si cristallizza, affettando la forma di lunghi aghi prismatici esagoni, terminati

---

co, sono l'azoto, e l' ossigene; e quei della potassa, l' azoto, e la calce. Pertanto nello stabilimento di una nitriora, è necessario di sistemare le cose in modo, che si faciliti per quanto è possibile, la combinazione di questi principj. L'azoto si sviluppa dalla fermentazione putrida; l'aria atmosferica, e l' acqua, forniscono l' ossigene; la terra calcarea la calce. Dunque i principj, che debbono avers' in vista nello stabilimento di una nitriera, sono: un giusto grado di umidità; un calore moderato; l' accesso libero dell' aria. Quando le sostanze hanno sufficientemente nitrificato, si espongono alla lissiviazione. Quest' operazione dev' essere diretta talmente, che si estragga 1.° dalla terra, la massima possibile quantità di sale. Per ottenere questo intento è necessario, che le parti della terra, sieno ben lavate dall'acqua, e perciò gli strati della terra, si alternano con quei della paglia, i quali impediscono alla terra di riunirs' in maniera, che, non possa essere facilmente penetrata dall' acqua. 2.° Si deve procurare, che i lissivj sieno chiari, e non intorbidati dalla terra: ciò si ottiene mettendo della paglia avanti il foro, pel quale scorrono i lissivj, facendoli gocciolare a poco a poco, e riposare in qualche recipiente, affinchè chiariscano. 3.° È sommamente necessario, che i lissivj sieno ben concentrati: un lissivio debole richiederebbe un' evaporazione molto lunga, e per conseguenza un consumo notabile di materia combustibile. Per esser sicuri del grado di concentrazione del lissivio, il solo sicuro mezzo è quello dell' idrometro, di cui siasi di già con un saggio, determinato il massimo grado di concentrazione pel lissivio nitro-

a zeppà nelle loro basi , l'un sopra l'altro. La cristallizzazione ripetuta due , o tre volte , ver-

so. Se i lissivj si trovano leggieri , si passano su di altre terre nitrose.

Quando si ha una sufficiente dose di lussivj , si procede all'evaporazione ; siccome questa è proporzionata alla superficie , che il fluido presenta all'aria , si deve così procurare , che nelle caldaje evaporarie , il rapporto fra il diametro della bocca , e l'altezza , sia il massimo possibile , per quanto si può conciliare colla commodità del servizio. Si debbono per questo escludere le caldaje strette , e profonde. Devesi dippiù procurare , che l' azione del fuoco sia uniforme , e regolata in modo , che il lissivio non bolla con violenza ; un azione gagliarda di fuoco, oltrecchè danneggerebbe il fondo della caldaja, produrrebbe la decomposizione di una parte del sale.

A misura , che 'l lissivio svapora, si separa da esso una porzione di salmarino, che si raccoglie nella superficie: questo, devesi levare , ed è ciò , che i salnitrarj chiamano il grano. Per conoscere poi quando la cotta è giunta al suo giusto segno, si espone ad un pronto raffreddamento, in una cucchiaja di legno , una picciola dose di lissivio : se questo raffreddandosi forma de' prismi di salnitro , si toglie dal fuoco , e si fa passare il lissivio nel recipiente , affinchè chiarisca , e dopo poche ore , ne' vasi destinati alla cristallizzazione. Questo è il salnitro grezzo , o di prima cotta , il quale è imbrattato di molta impurità , che li dà il colore grigio.

È un fenomeno singolare , e costante della natura , che la produzione del salnitro , sia costantemente accompagnata da quella di altri cinque sali , che ne alterano la bontà ; cioè il sal marino commune ; il muriato di calce ;

sandovi sempre un poco di potassa , è il solo mezzo da depurarlo : questa porta il nome di raffina, e le acque di cristallizzazione, si chiamano di prima, seconda, e terza cotta. Le materie eterogenee restano separate, ed il salnitro ha sempre dopo queste operazioni, le medesime proprietà, essendo state di qualunque numero,

---

il muriato di magnesia; il nitrato di calce; ed il nitrato di magnesia. Quattro di questi sali sono deliquescenti, ed attraggono l'umidità dall'atmosfera; dal che ne segue, che il nitro di prima cotta, è costantemente umido; se si conservi lungamente dentro dei barili, dopo un certo tempo trovasi diminuito di peso.

Il salnitro, che si è ottenuto dalla prima cotta, si discioglie nella minore possibile quantità di acqua, e si fa bollire la soluzione. Vi si mescola allora il sangue di bue, il di cui coagulo linfatico, ajutato dal calore, solleva del fondo della caldaja, tutte le impurità, portandole alla superficie. Si schiuma il lissivio, finchè venga chiaro, e se ne fa evaporare un poco per raccogliere il sal marino. Si mette quindi a cristallizzare. Questo nitro di seconda cotta, è molto più puro del primo, e la maggior parte de' sali, che lo rendevano infetto, resta nell' acqua madre. Non è abbastanza puro per altro, come si richiede per la preparazione della polvere; bisogna quindi raffinarlo una seconda volta, locchè si fa collo stesso metodo. In questa terza cristallizzazione, si ottengono sovente grossi cristalli di salnitro, molto limpidi, e trasparenti, che debbono rigettarsi, perchè contenendo molt' acqua di cristallizzazione, pregiudicano alla pronta combustione della polvere.

le materie impure , che aveva in composizione.

Egli si scioglie nell'acqua naturale, ma prontamente nell' acqua calda, e nella bollente. Si liquefà ad un grado di calore maggiore del solfo. Dipende la sua fusibilità , meno dall' acqua di cristallizzazione, che dalla sua naturale tendenza a questo stato.

Si ottiene la separazione delle sue parti integranti , si disunisce cioè l' acido dall' alkali , quante volte si mette in combinazione con altri acidi, che abbiano maggiore affinità alla sua base di quella, che ci ha l' acido nitrico : il più potente di tutti è l' acido solforico. Accompagnata da qualunque grado di fuoco, questa separazione diviene più facile.

Posto il nitro in contatto di un corpo combustibile acceso , si eccita prontamente in tal sito uno strepito, accompagnato dalla fiamma , e dal vento ; locchè aumenta l' attività del fuoco stesso.

Con questa operazione, l' acido del nitro si decompone ; il suo ossigene si fornisce al corpo combustibile , il suo azoto diviene libero , passando quindi in altre combinazioni , e la parte del nitro non decomposta, ma semplicemente alterata, chiamasi nitro fisso.

Questa decomposizione accade lentamente nell' aria ; è lentissima nel vuoto , e bisogna ivi accompagnarla con un forte grado di fuoco , per osservarla ; lentezza , che segue la ragione della

minore quantità di ossigene contenuta nell' acido nitrico.

Potendosi col fuoco in due maniere ottenere la decomposizione di questo sale ; cioè nel suo stato di solidità , col contatto di un corpo combustibile acceso , e nello stato di fluidità , allorchè è talmente arroventito , che possa communicare il moto igneo al corpo combustibile , che lo tocca ; ne nasce, che per la prima operazione, basta l' accoppiamento del carbone vegetabile acceso , in tale proporzione , e perfetta miscela col salnitro , che la loro apparente distruzione , sia contemporanea , e completa. Vi contribuisce dunque molto la perfezione della miscela , ed il contatto preciso nelle parti di essa.

Quantunque tanto il solfo , che il carbone abbiano separatamente una forza capace a decomporre l' acido nitrico del salnitro , e produrre la deflagrazione , pure ciò non accade , che lentamente, allorchè sono separatamente in miscela o il solfo , ed il salnitro , o questi , ed il carbone. È necessaria la combinazione di tutte e tre queste sostanze , per prodursi la detonazione violenta. Malgrado le somme , e ripetute sperienze di Beaume , per osservare la cagione della necessità nell' unione di questi principj , alla produzione della detonazione violenta , non si è pervenuto , che a conoscerne i soli risultati.

Proporzionato il solfo al carbone , è neces-

sario di rinvenire la giusta dose di salnitro , che le compete , affinchè l'accensione sia totale , e perfetta. È necessario, che tutti e tre i componenti si consumino nel tempo stesso : una dose maggiore di salnitro , fa , che la materia combustibile , malgrado tutta si accenda , la sua distruzione preverrà quella del salnitro; una minore al contrario produrrà l' intera decomposizione del salnitro , prima di quella delle materie combustibili : difetti egualmente imperdonabili.

Si abbia pertanto riguardo nella composizione, al vento , che si eccita dalla decomposizione del salnitro, il quale ravviva la fiamma, e rende la combustione più pronta.

Tale è il meccanismo, che si osserva nella polvere da cannone, accesa nell'aria libera, e nelle armi da fuoco.

DELLE CAGIONI DELLA DETONAZIONE DELLA POLVERE DA CANNONE.

Dopo , che abbiamo molto parlato de' componenti della polvere da cannone ; dopo , che tanto parleremo delle sue proprietà , è piucchè necessario di non ignorare le cagioni della sua esplosione , tantoppiù , che queste o sono state occulte finora , o sono state erronee.

L' esperienza ha sempre manifestato nelle operazioni Chimiche , che il principio vitale , ossia

l' ossigene, che si rinviene nella composizione di tutt' i corpi della natura, vi è aderente con diversi gradi di affinità, secondo la diversa specie de' corpi ai quali si unisce: ecco perchè si trova nello stato aeriforme nei gas; nello stato di liquidità negli acidi, e nello stato di concrezione negli ossidi metallici. Avendo egli un affinità molto maggiore al calorico, che all' azoto, con cui si trova in composizione nell' acido nitrico, ogni minima forza basta per separarlo, e mandarlo nello stato gassoso. Se questo passaggio si farà lentamente, incontrandosi dall' aria la sua semplice pressione, il rumore prodotto, si chiamerà deflagrazione, come accade gettando del nitro nel fuoco; se incontra poi una resistenza considerevole, si sentirà in vece uno strepito, detto detonazione, come avviene nelle armi da fuoco.

Durante l' accensione, il calorico combinato diviene libero; porzione impadronendosi dell' ossigene del nitro, lo porta nello stato di gas: questo fluido, avendo in tale stato maggiore affinità al carbone, che alla sua prima base, lascerà quest' ultima, e formerà coll' altra il gas-acido-carbonico.

Giammai il nitro è spogliato totalmente della sua acqua di cristallizzazione: altra porzione di calorico unita all' idrogene, nella decomposizione dell' acqua, nata dal calore, formerà il gas-idrogene; incontrerà questo talvolta una por-

zione di gas ossigene , non ancora combinato al carbone, e si formerà dalla di loro unione l'aria tonante. L' ossigene dell'acqua, abbandonato dall' idrogene, e portato allo stato di gas, dal calore dell' accensione, aumenterà l'azione del gas-acido-carbonico , unendosi al carbone. L'acqua non decomposta , portata ad una temperatura molto elevata , passerà nello stato di vapore. In fine il calorico libero esuberante , dopo tante, e si moltiplici azioni , e combinazioni , essendo eminentemente elastico di sua natura , si procurerà per forza un passaggio a traverso de' pori de' corpi , che lo circondano. Il metallo del cannone è permeabile pel calorico ; ma la quantità , che di quest' ultimo può passarne in dato tempo pei suoi pori, è piccolissima, per supporre, che un eccedente di forza, a cui è proibito di traversarlo , non debba efficacemente rivolgersi contro la palla.

Da tutte queste combinazioni , risultanti dallo sviluppo del calorico , si è osservata la formazione di molti gas , il di cui totale volume di sviluppo , essendo eccedentemente maggiore di quello loro destinato nello stato concreto, prima cioè della detonazione, ed il passaggio quas' istantaneo , non potendosi eseguire , che con dello strepito, rovesciando ogni ostacolo, prova nel tempo stesso il rumore della detonazione , e la gran forza , che agendo da per tutto, per equilibrarsi, nè trovando la minima resistenza, che nella pal-

la , tende ad imprimerle quella velocità sì grande, i di cui effetti hanno sempre sorpreso.

Dipenderà dunque dallo sviluppo di un numero maggiore di gas , la detonazione più violenta ? Io credo di no ; giacchè secondo le sperienza di Lavoisier, da alcune polveri , che davano $\frac{1}{6}$ di meno nello sviluppo dei gas, si otteneva il doppio negli effetti. Se è così , quale sarà mai di tutte le cagioni , che abbiamo esposto , la più efficace nella produzione del grand' effetto ? È questo al mio credere, il passaggio repentino de' componenti della polvere , allo stato gassoso, ed il calorico libero residuo , a cui è vietato nell' istante dell' esplosione, il facile passaggio a traverso de' pori de' corpi , che lo circondano.

Checchè ne sia però, sarebbe molto vantaggioso, di potersi procurare delle conoscenze sulle sperienze, atte a determinare con esattezza, la quantità precisa di ciascun gas della detonazione della polvere da cannone; si potrebbe avere così un mezzo quasi approssimante , per determinare la sua forza, togliendosi una volta quell' incertezza , nella quale si vive tuttora, sul rapporto della sua elasticità, a quella dell' aria naturale, che 'l parere discorde degli autori, fa bastantemente conoscere. Il rapporto della somma de' volumi di tutt' i gas della detonazione , capace di contenerli nello stato di equilibrio coll' aria naturale , di-

visa pel numero de' gas istessi, avrebbe al volume della carica, il rapporto medesimo della di loro elasticità riunita, a quella dell' aria naturale. Le nostre conoscenze, tanto sulla fabrica della polvere, che su i veri risultati de' suoi effetti, giungerebbero a quel grado di perfezione, che ci resta ancora disgraziatamente a desiderare. I grandi progressi della Chimica moderna, possono farci sperare di riuscirvi.

Ciò, che si è detto è per noi sufficiente: tocca alla Chimica il dirne dippiù.

DELLA MANIPOLAZIONE, E COMPOSIZIONE DELLA POLVERE DA CANNONE.

Dall' epoca della sua invenzione, la polvere ha ricevuto varie forme, e denominazioni, tanto rapporto alla proporzione delle parti della miscela, che rispetto alla grandezza dei granelli. Nel principio del secolo passato, fu ridotta a tre sole specie, per le tre diverse proporzioni, e le tre varie grandezze, che si fissarono ne' suoi granelli. Si chiamò polvere da moschetto, se avendo il nitro il carbone, ed il solfo nella proporzione di $\frac{5}{7}$, $\frac{1}{7}$, ed $\frac{1}{7}$, entrava facilmente nelle luniere degli schioppi; e polvere da cannone, se mantenendo la medesima proporzione nelle sue parti, i suoi granelli fossero in grandezza, il dop-

pio, ed anche il triplo de' primi. Polvere fina da guerra, se la proporzione accennata, fosse di $\frac{6}{8}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{8}$, avendo i granelli grossi, la metà di quelli da moschetto; essendo denominata polvere ordinaria di guerra, se nella stessa proporzione della prima, avesse il doppio, nella grandezza de' suoi granelli. Polvere da caccia quella, che nella stessa proporzione, e grossezza della fine da guerra, avesse il carbone di una qualità migliore di quest' ultima. E finalmente polvere da giuoco quella, che serbando la proporzione di $\frac{7}{9}$, $\frac{1}{9}$, ed $\frac{1}{9}$ fra il nitro, il carbone, ed il solfo, avesse i suoi granelli, della grossezza di quei della polvere da caccia. La varia grandezza delle armi, nelle quali si usano le polveri; il gran consumo, che se ne fa negli affari della guerra; le spese, e le cure, che la sua composizione importerebbe, se tutta si riducesse a quella da caccia; i varj oggetti nel riguardarne l' esattezza ne' tiri delle armi, a seconda delle circostanze, produssero la distinzione marcata. Non tutta la polvere da costruirsi nelle polveriere, doveva avere le perfette circostanze della polvere da caccia, nè tutta reciprocamente quelle della polvere da guerra.

Si conoscono tre processi diversi sulla fabrica della polvere: il primo *de' Molini a pistoni*;

il secondo *de' barili*, *piatti*, *e torchi*; il terzo finalmente *de' soli barili*, chiamato metodo Champy. Noi esporremo tali metodi, e facendo conoscere i vantaggi, e svantaggi, che ciascuno presenta, ci appiglieremo al migliore.

Primo metodo coi molini a pistoni.

Altra volta le tre materie, che componevano la polvere, si mettevano in massa ne' mortari, dove la loro polverizzazione, e la loro miscela, si operavano contemporaneamente, coll' essere battute per 22 in 24 ore, e raramente per 12.

Polverizzazione. Dal 1795 si polverizzano, e si stacciano separatamente, locchè abbrevia la durata della pesta, ed evita una parte de' perigli, di questa specie di lavoro. La pesta potrebbe durare anche tre ore; la polvere sarebbe buona, ma si altererebbe facilmente.

Triturazione, *e miscela.* Le materie distribuite ne' mortari (4) a 20 libre per ciascuno, sono sottoposte all' azione de' pistoni, che danno 55 colpi a minuto. La loro miscela, quando gl' ingredienti sono stati polverizzati anticipata-

---

(4) I mortari sono sferici, ed i pistoni cilindrici; così le materie battendosi, saranno spinte dal centro alla circonferenza, e respinte da questa al centro.

monte, può terminare in sei ore, passandole ogni mezza ora, da un mortaro nell' altro.

Inaffiamento. Si umettano le materie, per impedire la volatilizzazione: l' acqua è il decimo del peso della materia.

Compressione. La compressione de' pistoni del peso di 80 libre, cadendo da 16 in 18 pollici di alterezza, dà alla materia, una densità sufficiente, affinchè il grano sia solido, se la dose del carbone, eguale a quella del solfo, non ecceda il $\frac{25}{2}$ per 100.

Granulazione. Le materie, portate al granulatore, sono passate successivamente in due crivi, coll' ajuto di un grosso, e pesante piatto di legno, che le rompe. Un buon artefice può granularne 300 libre in un giorno.

Separazione de' granelli. Si passa la materia, in un crivo fino, coll' ajuto del quale, si ottiene almeno il 60 per 100 di granelli di varie grossezze, che si dividono in due specie, passandoli in altro crivo.

Impiego del polverino. Il polverino separato dai granelli, è bagnato, e portato al molino per subirvi una nuova battitura, dopo di che si granula, come una materia nuova. La polvere, che se ne ricava, è d' inferiore qualità. Il consumo per la volatilizzazione, è del 1 per 100.

Seccare la materia. Sette in 8 ore di bel tempo, bastano per seccarla.

Secondo processo coi barili, piatti, e torchi.

Il salnitro, il solfo, ed il carbone, sono polverizzati separatamente, per mezzo di una macchina a due mole verticali, del peso di quattro, in 6 mila libre, e girando in un canale circolare, che fa muovere nel tempo stesso sei stacci di crine o stamina, dov' essi si stacciano. Le mole, ed i canali, sono di bronzo di campane. Si evitano così le pietre, ed altre materie stranee, che malgrado tutte le cure, si trovano in queste sostanze, sopratutto ne' carboni.

In ciascuno barile si pongono 75 libre di materie polverizzate, con 80 libre di palle di bronzo di campane, di 8 libre di diametro. Esse finiscono di triturarsi, e la loro miscela è perfetta, dopo due ore di rotazione, allorchè i barili fanno 25 in trenta giri per minuto. Si separano le palle, e si porta la polvere a ridurla in gallette.

Per dare al grano la solitità necessaria, si è in obligo di bagnare la materia secca, prima di metterla ne' piatti. Si bagnano ancora le tele, che la ricuoprono: la quantità d' acqua, impiegata in questi due usi, è d' incirca il 5 per 100.

La materia in polvere, sortendo dai barili, è bagnata col 15 per cento di acqua, che si ripartisce il più egualmente che sia possibile: a tal effetto si passa successivamente per due crivi: dalla cura data a tale oparazione, dipende la perfezione del granello.

I piatti situati l' uno sull' altro, contenendo insieme 40 libre di materie, sono sottoposti all' azione del torchio, di cui la vite di ferro, è girata da 4 uomini, e sotto la pressione della quale si lascia 15 minuti.

Si tolgono le gallette formate ne' piatti; si rompono colle mani; si passano di seguito ne' due crivi sopracaricati, dai gran piatti di legno. Il polverino passa di nuovo ne' piatti, e sotto il torchio: si granisce di seguito. Il consumo eccede il 3 per cento.

L' operazione esige tre in quattro ore.

Terzo processo: metodo Campy.

Mr. de Champy ha immaginato un metodo molto semplice, senza l' uso di alcuna macchina; cosa ottima nel caso delle piazze assediate, per esentarsi di avere de' magazzini a polvere, potendosi costruire giornalmente la polvere nel corso dell' assedio.

Si polverizzano separatamente il salnitro, il carbone, ed il solfo, e nelle proporzioni stabi-

lite si versano ne' barili, guarniti nel loro interno di listelli. Si dà ai barili un moto veloce di rotazione, introducendovi delle palle di rame. Il battimento continuo delle palle contro i listelli, le pareti interne dei barili, e gl' ingredienti della polvere, opera in poc' ore la perfetta miscela.

Per granularla si umette leggiermente la materia triturata, deponendola per istrati sottili su qualche superficie di un corpo duro, e liscio. Si riduce colla pressione in tavolette solide. Queste si rompono in piccoli pezzi, che si passano nello staccio, per separarne i granelli, secondo le diverse grossezze, cioè per le mine, i cannoni, i fucili, e le pistole.

La totalità della materia, si riduce in granelli, eccetto il 4 per 100, che si attacca alle pareti del barile.

La piccola materia attaccata al barile, si unisce alla nuova composizione. Non vi si osserva alcun consumo.

Vi bisognano due giorni, per ottenere la siccità completa; e le materie granulate, non possono divenire compatte, che dopo di essere seccate; locchè richiederà una tettoja, per servire, ne' cattivi tempi.

Le sperienze fatte nel 1797 dal Generale d' Aboville, dal Cavaliere de Borda, e da M.r Pelletier, contestano, che si ottiene anche una pol-

vere buona, dalla semplice miscela ne' barili, senza ridurla in tavolette, e poi granularla.

M.r Delcasseau ha rilevato, che anche senza del solfo, la polvere sia buona, sostituendo alla dose del solfo, una eguale di carbone.

Osservazione su i tre metodi.

Per fabbricare col motodo de' molini a pistoni 2000 libre di polvere al giorno, vi bisognano 40 uomini, e 30 coll' altro di piatti, barili, e torchi. La polvere Champy ne richiede soltanto 20, e l'autore ne ha fabbricato anche 900 libre in sette ore.

Come ne' due primi metodi, il polverino è considerabile, e composto principalmente di carbone, rimettendolo senza riguardo nelle susseguenti composizioni, esse divengono deboli. La polvere Champy, ne dà meno delle altre due.

Quest' ultima polvere secca più lentamente, giacchè dopo 24, ore essa perde $\frac{7}{8}$ dell' acqua, ch' entra nella sua composizione, di cui $\frac{1}{12}$ evapora nella granulazione fatta nel barile. Nelle successive 24 ore, essa perde $\frac{1}{16}$ dell' acqua; e finalmente il $\frac{1}{16}$ residuo, in quattr' ore di sole ardente.

Vantaggi della polvere Champy.

Essa assorbisce minore umidità, avendo minore superficie della polvere angolare.

Ha maggiore consistenza. 200 libre poste in 4 barili, ciascuno di 50 libre, girati 14 ore di seguito, a 20 giri al minuto, hanno dato un polverino eguale al $\frac{1}{20}$ della polvere ordinaria, ed al $\frac{1}{4}$ di quella del secondo metodo, non avendo essa le parti angolari, che facilmente si rompono.

Il suo costo è minore, richiedendo la sua fabbrica, un tempo più breve, e più scarso numero d' uomini.

La sua portata è maggiore delle altre.

Nel fabbricarsi, è lontana dagli accidenti, che seco trascina sovente quella de' pistoni.

Suoi lievi svantaggi.

Vi bisogna è vero più tempo per seccarla; ma la bella stagione basta, per farne nel corso dell' anno, più di quella, che se ne farebbe di polvere angolare.

È vero, che si accende più lentamente nel bacinetto delle armi portatili, locchè deriva dal minore polverino, che contiene; ma questo di-

fetto è rimediato, mischiando un poco di polverino alla polvere destinata ai cartocci d' infanteria. Il grande inconveniente di questa polvere, è che l' umidità, che si è in obligo di darle, rovina i crivi fatti per costruirla. Non si è conosciuto finora alcuno rimedio, per ovviare simile inconveniente.

Risultato.

Paragonando tutto si rileva, che dalla polvere Champy si ottengono i migliori risultati, e che sia per questo da preferirsi a tutte le altre finora conosciute.

Proporzioni degl' ingredienti.

La polvere Champy, poco differisce da quella di Chaptal, nella proporzione delle sue parti costitutive. L' esperienza ha decisivamente manifestato, che il rapporto di 77, 14, e 9, fra il salnitro, il carbone, ed il solfo, secondo Chaptal, sia il migliore.

Figura de' granelli.

Dalle sperienze fatte a Vincennes, nel 1798, in presenza de' Signori Darcet, Chaptal, e de' Generali d' Ernouf, Tolosè, Durtubie, e Gassendi

*

risulta , che la polvere irregolare, supera nel risultato medio della portate , la polvere rotonda del secondo metodo.

Dalle sperienze eseguite alla fine del 1796, dai Signori Pelletier, Borda, e Generale d'Aboville, si conobbe, che la polvere tonda Champy , aveva una forza maggiore della polvere irregolare.

Conseguenza.

Dunque la polvere Champy è la migliore.

Noi siamo di parere, che nel miscuglio, la perfetta distribuzione degl' ingredienti , e la compattenza della pasta, debba contribuire a dare alla polvere una forza maggiore. Ma siamo egualmente persuasi , che se potesse immaginarsi un metodo , onde ottenersi dai granelli tondi, una superficie pelosa , la polvere averebbe una forza anche maggiore , giacchè presentando i granelli tondi, nella loro regolare grandezza, degli spazj intermedj più grandi di quelli , che lasciano i granelli della polvere irregolare, la communicazione della fiamma nell' accensione, sarebbe più facile, pronta, e sostenuta ; ed avendo i granelli, delle parti acuminate sulla di loro superficie , sarebbero questi altrettanti punti di contatto, per rendere veloce la communicazione dell' accensione.

PRUOVE DELLA POLVERE.

Il polverometro, di cui spesso si fa uso nel misurare le attività delle polveri, non è sufficiente a dimostrare il rapporto geometrico de' gradi di loro forza, additandoci soltanto, se una polvere è più, o meno debole di un' altra. Dipendendo in fatti la prima mossa del tappo di questa macchinetta, dal primo impulso della polvere, e non già dalla sua azione condensata, che dopo la sua partenza, si medesima progressivamente coll' aria; la sua forza non sarà quindi determinata con esattezza.

Altri strumenti, di cui si potrebbe qui mostrarne la descrizione, sono egualmente inatti a fissare tale rapporto. Applicando però nella macchina pneumatica il barometro, che nello stato mezzano dell' atmosfera, monta a 28 pollici, e brugiandov' in due volte diverse, ma colle stesse circostanze, due eguali quantità di polvere, di diversa qualità, e di cui vorrebbe determinarsi il rapporto delle attività, si potrebbe dal rapporto delle nuove altezze, acquistate dal mercurio, mercè l' esplosione, ricavare quasi geometricamente la ragione in quistione. Infatti le due quantità di fluido, svilnppate nelle stesse circostanze, ed in tempi diversi, da due masse eguali, e nella stessa campana, avranno le loro densità, o elasticità, proporzionali alle quantità di fluido

sviluppate, essendo lo stesso il volume dato allo sviluppo. Dunque le pressioni in colonne, che riceverà il mercurio, saranno nella ragione di queste densità; e ridotte tali densità alla stessa temperatura, saranno nella ragione delle colonne, che l' esprimono, le quali sono come le altezze, avendo la stessa base. L' elasticità dunque, o la forza delle polveri, è nella ragione delle nuove altezze del mercurio negli sperimenti.

Questo metodo sarebbe preferibile ad ogni altro, se le nostre operazioni di guerra, dovessero eseguirsi in ispazj così ristretti, come la campana pneumatica; ma questo non è, e non v' è mezzo per ottenere de' metodi, che approssimino la verità ai risultati, che sottoporre le sperienze agli stessi accidenti, da cui sono inviluppate le pratiche. Il metodo dunque di misurare la forza delle polveri col mortar provetto, che noi qui esporremo, non sarà il più esatto, ma il più confacente ai nostri desiderj. È questo metodo commune in Europa.

Due eguali quantità di polvere, caricate colle stesse circostanze, non possono differire negli effetti, che per la di loro diversa qualità. Nei tiri dunque, che si fanno col mortar provetto a 45°, essendo le ampiezze, o le portate, il doppio delle linee di velocità, saranno la metà del parametro, o del quadruplo della linea, da cui cadendo il grave, acquista la velocità di parten-

za. Ma nel moto difforme, in uno spazio, e tempo infinitesimo $dt = \frac{ds}{c}$, ed $fdt = mdc$; dunque $fds = modc$, che integrata dà $fs = \frac{mc^2}{2}$, le forze cioè, o l' attività delle polveri, proporzionali ai quadrati delle velocità, che seguendo la ragione delle altezze, da cui cadendo il grave le acquista, seguiranno quella delle ampiezze de' tiri del globo del provetto, che ne sono il doppio a 45° di projezione (5).

Per avers' intanto l' esatto rapporto della bontà delle polveri, bisogna sempre costruirne una

---

(5) Perchè la pruova dalla polvere col provetto si fa costantemente sotto l' angolo di 45°, e mai con altri angoli, malgrado, che il rapporto delle attività sia egualmente espresso dalle portate, come abbiamo dimostrato? Perchè la differenza degli errori, nati sulle portate, per gli sbagli sull' esattezza della misura nell'angolo di projezione, a quello di 45°, è la minima. Infatti essendo la formola del moto de' projetti nel mezzo non resistente $x = 4h \cos.a \operatorname{sen}.a$, ingannandosi sul valore di a di una piccola quantità da, per osservare l' errore della portata x, si differenzii l'equazione, riguardando a, ed x come variabili. Sarà $dx = 4hda \overline{\cos.}^2 a - 4hda \overline{\operatorname{sen}.}^2 a = 4hda(\overline{\cos.}^2 a - \overline{\operatorname{sen}.}^2 a)$. Quanto sarà più piccola la differenza di $\cos a \operatorname{sen}.a$, tantoppiù l' errore dx sarà piccolo. Ma a 45 gradi, questa differenza è zero. Non si commettono dunque a 45° gli errori, che possono commettersi sotto qualunque altro angolo di projezione.

colle massime precauzioni , e chiamarla polvere di norma. Tutte quelle polveri , che in simili circostanze , danno ne' tiri del provetto le stesse portate , saranno egualmente buone; e migliori se ne danno delle maggiori. Per fare intanto, che tutti gli ostacoli sopradetti , concorrano nel minor numero , ed efficacia possibile in questo stabilimento , si caricherà il provetto con poca polvere , e tale , che mai ecceda in altezza la carica , il diametro della camera; che si abbia ne' globi a projettars' il minimo vento , la massima levigatezza nella superficie , il più esatto peso , ch' è di 60 libre Francesi ; che i centri di gravità , e di figura sieno nel prolungamento dell' asse dell' anima ; la lumiera del minimo diametro possibile ; e l' affusto ben fermo. Con tre oncce di polvere di norma , il globo deve portarsi almeno a 90 tese. Questi mezzi danno la massima esattezza desiderabile.

Per quanto siffatto metodo ci facci conoscere la forza maggiore di una polvere su di un altra, non ci fa vedere però il principio della sua debolezza, il quale può derivare egualmente, dall' inesattezza della proporzione de' componenti , dalla di loro imperfetta miscela , e dalla grandezza de' granelli.

Quest' ultimo difetto si conosce alla semplice ispezione oculare ; il primo ha bisogno dell' analisi chimica ; ed il secondo si chiarisce con

esporre prima la polvere al sole, e quindi brugiarla. Se esposta al sole ha molte parti lucide nella sua superficie, si può essere sicuri, che il salnitro non è perfettamente in miscela. Se brugiandola, si accenda con istento, o il solfo, ed il carbone sono impuri, o sono male distribuiti ne' granelli. Se il difetto sia nell' inesattezza della proporzione fra i componenti, l' analisi Chimica, è il solo mezzo da rinvenirlo, e correggerlo. Si supponga, che la polvere manchi di nitro, e che in una libra di polvere, rappresenti a la quantità di nitro, che vi si contiene, ed y quella, che bisogna aggiungervi, per rimandarla all' esattezza; sarà $1+y$ il peso della polvere col nitro aggiunto, ed $a+y$ il peso del nitro, che dovrà contenervisi. Essendo $0,77$ il peso del nitro nelle polveri buone; sarà $1+y$: $a+y = 1 : 0,77$ ed $y = \frac{0,77-a}{0,23}$.

Senza sottoporre la polvere all' analisi Chimica, si potrebbe ancora rinvenire l' effettiva mancanza del nitro, col metodo delle gravità specifiche, nel solo caso però si fosse sicuri, che il volume della polvere cattiva, e del nitro aggiunto, fosse eguale alla somma de' loro volumi separatamente riguardati nelle rispettive masse, prima dell' unione. La conoscenza dunque delle gravità specifiche della polvere buona, della cattiva, e del nitro buono, può portarci all' altra,

del nitro da aggiungersi alla miscela , semprecchè poss' avverarsi la circostanza espressata. La formola, che anderemo a stabilire, sarà dunque in tal caso della maggiore importanza, come diverrà della più semplice curiosità in ogni altro.

Sia perciò $\frac{m}{v}$ la gravità specifica di una polvere buona , già conosciuta , e di qualunque peso m. Sia $\frac{m'}{v'}$ la gravità specifica di una polvere cattiva, sotto il peso m'. Sia $\frac{m''}{v''}$ la gravità specifica del nitro buono di qualunque peso m''. Sia infine χ la quantità di nitro , che bisogna aggiungere alla polvere cattiva. Essendo χ della stessa gravità specifica del nitro buono; facendo $m'' : \chi = v'' : \frac{v''\chi}{m''}$, si avrà in questo quarto proporzionale il suo corrispondente volume. Per essere buona la nuova polvere composta , bisogna , che la gravità specifica , ch' eguaglia la somma delle masse, divisa per quella de' volumi sia uguale all' altra della polvere buona , da noi espressa per $\frac{m}{v} = \frac{m'+\chi}{v'+\frac{v''\chi}{m''}}$, ed il valore d' χ, che si determina in conseguenza , sarà quello , che bisognerà aggiungere al peso m' di polvere cattiva , qualunque egli sia , per riportarla al-

la bontà ordinaria , marcata dalla polvere , che ha $\frac{m}{v}$ per gravità specifica. Ora χ dopo le convenienti operazioni diviene $= m''\left(\frac{vm'-mv'}{mv''-vm''}\right)$.

Approvata la polvere , si passa ne' magazzini , dove i barili sono piramidati con qualche intervallo fra le scanzie, affinchè ne sia più facile la ventilazione, che colla sua siccità, formano le principali condizioni di un magazzino a polvere; producendo , tanto l' umidità , che 'l forte calore , la separazione nelle parti della polvere stessa.

DEL FLUIDO , CHE SI SVILUPPA DALLA POLVERE DA CANNONE: CAGIONI, CHE CONTRIBUISCONO A RENDERNE MAGGIORE, O MINORE LA SUA ATTIVITA'.

Dall' esperimento , che noi esporremo , si rileverà , che , dalla combustione della polvere, si ricavi il fluido elastico permanente , ed eminentemente attivo; e che questo sia tutto diverso dal fumo della combustione, intendendosi per quest' ultimo, la combinazione nata dalla trasformazione, prodotta dall' unione delle parti sviluppate nel tempo dell' accensione , e capace di acquistare dopo il totale raffreddamento, lo stato di

liquidità , mentrecchè resta l' altro sempre nello stato aeriforme.

Si applichi alla parte inferiore del piattino della macchina pneumatica un ditale di rame: si vers' in esso, nella giusta proporzione, del solfo, del nitro, e del carbone. Si applichi dalla parte convessa esteriormente, un ferro rovente; la composizione sarà subito accesa, e totalmente decomposta. Si metta di nuovo la medesima composizione, e si covra il piattino con una campana di vetro, dalla quale si estragga l' aria: si applichi egualmente un ferro rovente nel luogo di prima; si osserverà, che a proporzione, che l' aria diviene più rara, l' accensione è più lenta; che un maggior grado di fuoco vi necessita per ottenerla; e che spesso si ottiene la sua decomposizione con una lunga liquefazione, accompagnata da molte ebollizioni, e mai dalla fiamma.

Se dopo questa operazione, ed il totale raffreddamento del vaso, si perci un buco nel piattino, si sentirà uscire del vento più, o meno forte, in ragione della maggiore, o minore quantità del salnitro impiegato nelle sperienze. Questo vento, nato dal moto di un fluido elastico, è totalmente diverso dal fumo, non solo, perchè da questo può separarsi, ma anche perchè il fumo alle pareti si attacca, e non produce nessun effetto, mentre l' altro esiste dopo qualunque tempo si apra il buco suddetto. La forza della pol-

vere consiste nella sua permanenza, la quale forza sarà maggiore, quando il fuoco è presente, minore, quando è lontano.

I fucili a vento ci danno la pruova più sicura della permanenza dell' elasticità del fluido elastico, sviluppato dalla polvere accesa, e ci dimostrano, che 'l calore contribuisce moltissimo al aumentarne la forza. Le diverse altezze del mercurio nel barometro della macchina pneumatica, lo pruovano egualmente.

Brugiandosi semplicemente del solfo, e del carbone nella macchina pneumatica, ed aprendos' il solito buco, dopo il totale raffreddamento, non si sente affatto uscire del vento. Dunque l' elasticità non appartiene alla decomposizione di tali sostanze; dovrà sempre attribuirs' invece, alla quantità del nitro, ch' era in combustione, ed al grado di calore, da cui veniva accompagnato.

Si osserverà piuttosto un assorbimento di aria naturale, nell' accensione delle due prime materie, ed anche di una porzione di fluido elastico sviluppato dal nitro, se questo vi si trovi mescolato.

La quantità di questo fluido permanente è solo proporzionale alla quantità di nitro, ch'essendo in composizione, si decompone nella combustione. Le varie altezze, marcate dal mercurio nel barometro, applicato nella macchina sud-

detta, provano questa verità, come hanno fissata l' altra.

Quantunque sia giusta la dose del salnitro, pure se la capicità del vaso, nel quale si esercita la combustione, sia piccola, il fumo l' interromperà; il fuoco si estinguerà, essendosi per questo in obligo di sostenerla, con accrescerne il grado di fuoco; e bisognerà allora praticare la seconda maniera da noi già prescritta.

Il fuoco necessario alla decomposizione de' corpi combustibili, e quindi del nitro, dovrà essere maggiore, essendo maggiore la rarità dell' aria, che circonda il mescuglio, maggiore la densità del fumo, e minore il contatto delle parti, e la perfezione delle miscela. Il fluido elastico in fine, che produce gli effetti sorprendenti nelle armi da fuoco, non crediamo superfluo di ripetere, che si debba alla decomposizione sola del salnitro.

Le principali cagioni, che influiscono sulla forza della polvere sono: la capacità dello spazio nel quale si esercita la combustione; la sua figura; la densità, o rarità dell' aria, che regna fra i suoi granelli; la loro grandezza, e figura; il grado di fuoco, che l' inviluppa; l' umidità dell' aria, che li circonda; il diametro della lumiera; la sua posizione; la maniera di comunicare il fuoco alla carica, e di sostenerlo; in

fine l' intensità del fumo, che risulta dall' accensione della polvere.

Se la stessa quantità di polvere, si accenda in due armi di vario calibro, occupando la carica, minor lunghezza nel maggiore, che nell' altro, perverrà la fiamma in minor tempo all' estremo della carica nel primo caso, che nel secondo, accadendo anche spesso per questo ritardo, che la seconda non giunga tutta ad accendersi. Questa varietà, nasce ancora dall' indebolimento della fiamma, che dovendo percorrere uno spazio maggiore, nè essendo accompagnata da un costante grado di fuoco, perde correndo la sua azione sensibilmente.

Diverse cariche nello stesso calibro, producono lo stess' effetto, derivante dalle stesse cagioni. Se si cerchi però di opporre allo sviluppo, una resistenza maggiore, con ricalcarne vieppiù gli stoppacci, si otterrà nel più grande, lo stesso tempo dell' accensione, dovendos' impiegare per vincere la resitenza suddetta, una parte più grande di fluido elastico.

Da due eguali quantità di polvere, egualmente attive, sviluppandosi la stessa quantità di fluido elastico; se queste saranno accese in due volumi diversi, la di loro dentità seguirà la reciproca ragione de' volumi di sviluppo, avendo la stessa massa. Ma le densità sono come le attività, come l' elasticità, come le forze; la ristret-

tezza dunque dello spazio, dato allo sviluppo, contribuirà ad accrescere la forza di esplosione. E siccome il grado di fuoco, che accompagna l'accensione di due polveri eguali, nelle stesse circostanze, fuorchè nell'eguaglianza de' volumi, dev' essere più intenso, in ragione della ristrettezza del volume, per una ragione simile alla precedente; è così necessario, che l' intensità del fuoco, che diviene maggiore, al minorare dello spazio, debba accrescerne l' esplosione; e che in eguali spazj, maggior quantità di fuoco, debba egualmente produrre lo etesso effetto.

Quanto è più piccolo lo spazio, in cui si esercita la combustione, tanto è minore altresì il suo tempo, divenendo più intensa la fiamma, e quindi più pronta la sua propagazione. Dunque di due eguali quantità di polvere, accese in due volumi eguali, l' accensione sarà più pronta, e completa in quello, che non cederà agli sforzi, che nell'altro, che cedendovi, ne accresce il volume nel tempo dello sviluppo.

Propagandosi l' accensione, sempre dal centro alla circonferenza, per istrati sferici, come ce l'ha provato la fisica, quello spazio, che avrà i suoi punti superficiali più raccolti, verso il centro della communicazione del fuoco, diminuendone sempreppiù i raggi di propagazione, sarà il più idoneo a contenere la carica. La figura sferica, che di tutte le possibili, presenta la minore superfi-

cie sotto lo stesso volume, sarebbe la più vantaggiosa, se degli svantaggi notabili, che si ottengono, come vedremo nel seguito dalle camere di questa figura, non ci facessero decidere a proscriverla, in quelle armi, in cui si praticava.

Se al piattino della macchina pneumatica si adatti un ditale di rame, concavo al di dentro, e convesso al di fuori. Se si ponga nella sua parte convessa, della polvere, sostenuta da un certo risalto in quello, e si applichi contro la concava un ferro rovente, si vedrà subito accendere la polvere, essendo all' aria libera. Se sovraposto all' apparecchio una campana di vetro, si estragga l' aria gradatamente, si osserverà, che a proporzione, che l' aria diviene più rara, non solo vi bisogna il ferro più rovente, ossia un maggior grado di fuoco; ma che giunta l' estrazione ad essere completa, la polvere non si accende, vedendosi avvolgere con istento tutta intorno la polvere, da una piccola fiamma, sviluppata ne' prim' istanti dell'accensione, per ragione della piccola quantità di ossigene contenuta nella composizione. Dunque la totale mancanza dell' aria, impedisce l' accensione, e la rarefazione maggiore, che risulta da una minore densità, in uno spazio determinato in capacità, in cui succede l' accensione, contribuisce, come si è detto alla difficoltà dell' accensione suddetta.

Il vedere una quantità maggiore di granelli

non accesi, e raccolti in un vaso, dopo lo sparo di un arme, precedentemente riscaldata, o sparata in tempo di state, di quelli ottenuti coll' arme fredda, e nello stato naturale in tempo secco, o d' inverno, ci assicura egualmente di tale verità. Dunque i tiri più corti, che se ne ottengono, dovranno egualmente dedursi, e dalla maggiore rarefazione dell' aria nell' arme, prodotta dal suo riscaldamento, e dalla minore intensità del fuoco.

Attaccandos' il fuoco al granello, egli si manifesterà con più attività dalla sua superficie a quella de' granelli vicini, pel libero accesso dell' aria fra gl' interstizj de' granelli stessi, che dalla superficie al centro del granello, in cui l' aria è totalmente preclusa. Sicchè dando i granelli più grandi, maggiore spazio negl' interstizj, daranno più facilità alla propagazione esterna dell' accensione, ma minore nell' interna; ed i piccoli al contrario. Ecco perchè, ottenendosi dagli uni, e dagli altri, delle somme di vantaggi, che vengono reciprocamente compensate dalle altre degli svantaggi; sarà sempre da adottarsi una certa grandezza intermedia, che la sola pratica potrà fissare.

Per confermarsi poi nell' idea, che l' umidità ritarda, e molto si oppone all' accensione della polvere, non si hanno, che ad osservare i tiri fatti in tempi piovosi, o pure su i laghi, sul mare, e su i fiumi, che sono minori degli altri

fatti in luoghi molti asciutti. Il rapporto di tali tiri, si è spesso trovato di 6 : 7.

Che si osservino le precauzioni, che si hanno nella costruzione de' magazzini a polvere, e si vedrà, che la loro posizione è sempre in luoghi asciutti, e ventilati. La polvere deteriorata pel suddetto principio, si cerca di porla al sole, rimescolarla, e farla raffreddare, prima di riporla nuovamente ne' barili. Infatti se la polvere si metta calda ne' barili, riponendola quindi su di una tela, si osserveranno i granelli, e principalmente quei del centro, tutti ammassati; il solfo ha dovuto liquefarsi, e colando da un granello sull' altro, ha formato quella pasta, che ne ha alterato la proporzione delle parti ne' granelli, e che non v' è altro mezzo da rimettere, che quello di ribatterla ne' mortari, affinchè seccata, e triturata di nuovo, ritorni nel suo primo stato.

L' umidità al contrario discioglie il nitro, che vi ha una naturale affinità, e ne altera egualmente la composizione. La sola raffina molto esatta del salnitro, potrà sottrarre questo sale dalla grande affinità per l' umido, che contrae in maggior ragione, unito a delle parti eterogenee.

Contribuisce moltissimo alla più pronta accensione della polvere, tanto il diametro maggiore della lumiera, che la sua posizione, corrispondente al centro della carica. La sua maggiore grandezza, dà fuor di dubio, più grande

facilità al fluido elastico di comunicarsi, e la sua posizione nel centro, avvicinando il principio dell' accensione più regolarmente agli estremi della carica, dove vi pervieue per istrati sferici, fa, che il tempo dell' accensione, giunga ad essere la metà di quello impiegato colla lumiera nel fondo dell' anima, dovendo percorrere uno spazio doppio del primo.

Si conosce ancora, quanto si oppone alla totalità, e prontezza dell' accensione della polvere, la maniera di comunicare il fuoco, e di sostenerlo. Dalla lumiera si comunica l' accensione. Intromettendosi la fiamma fra gl' interstizj de' granelli, l' accende: lo sviluppo del nuovo calore ne' nuovi granelli accesi, mantiene la combustione, perchè sempre ristretta in uno spazio determinato; allorchè però comincia a muoversi la palla, la capacità dello spazio diviene maggiore, il mezzo diviene più raro, e l' accensione si propagherà con istento, e per la mancanza della giusta densità dell' aria, e per la distanza maggiore in cui deve portarsi la fiamma; in fine per esserne diggià distrutta una porzione.

Che la densità del fumo contribuisca finalmente moltissimo alla diminuzione, ed al ritardo dell' accensione, e talvolta ancora ad arrestarla sul fatto, ce lo dimostrano giornalmente le bombe. Se queste vadino sotterra, e che in quel momento, le di loro spolette si trovino sopra ca-

riche di terra, non avendo il fumo alcuno sfogo, si addensa attorno la stessa, e la bomba non crepa. Cadendo al contrario una bomba nell' acqua, assorbendos' il fumo da quest' ultima, che fornisce nel tempo stesso l' ossigene alla combustione, che non viene in conto alcuno fornito sotterra, dove manca l' aria, la bomba scoppia sempre. Il fumo in tal caso è assorbito dall' acqua, alla quale ha della particolare affinità. Malgrado però la densità del fumo, un grado maggiore di fuoco, rimette il difetto. Che si piantino in terra delle spolette, cariche di misture diversamente gagliarde, ne sarà sempre maggiore la quantità accesa in quella di maggior forza, che nelle altre; ed anche a segno da farle crepare.

Dipendendo la forza della polvere, dal fluido elastico permanente, che da essa si sviluppa durante la combustione, bisogna conchiudere, che la polvere più perfetta sia quella, che posta nelle medesime circostanze di sopra citate, sviluppi in tempo determinato, il massimo fluido elastico.

L'accensione della polvere è successiva: fra tutt'i tiri di un'arme da fuoco, ve n'è sempre uno massimo: metodo per determinarlo.

L'accensione della polvere non è istantanea, ma successiva. Ce ne fornisce la meccanica una chiara dimostrazione nel farci conoscere, che la comunicazione del moto in tutt'i corpi della natura, viene accompagnata dal tempo, per la resistenza, che oppone l'inerzia alla propagazione suddetta. L'accensione della polvere, per quanto veloce esser possa, non potrà mai esentarsi dalla legge generale, che la natura ha fissata nel moto de' corpi. L'esperienza ancora accompagnando il raziocinio, ce lo fa palpabilmente osservare: i folgoroni, i fuochi artifiziali, le spolette, per essere di polverino, ossia di polvere triturata, ed unita a maggior dose di nitro, e di solfo, durano più lungo tempo, e proporzionato allo schiacciamento dei granelli, che non lasciando quasi nessun intervallo fra di loro, non permettono la facile comunicazione della fiamma. Se questi spazj divengono maggiori, e maggiori, la durata dell'accensione diverrà minore, e minore, sino ad un certo limite, ma non isvanirà mai la sua successiva durata, perchè una progressione decrescente finita nel numero de' termini, non ha mai per ultimo termine il zero.

Considerando la qualità delle polvere, che noi abbiamo riguardata nella grandezza de' suoi granelli, osserveremo facilmente, che poste in paragone, in tutte le circostanze eguali, due quantità eguali di polvere, una cioè da cannone, e l' altra da moschetto, il tiro prodotto della seconda è maggiore di quello della prima, malgrado, che eguali quantità di fluido elastico avessero dovuto svilupparsi. Conosceremo pertanto dalle teorie proposte, che per ottenersi un tiro più lungo, nel tempo, che la palla è giunta alla bocca del pezzo, ha dovuto svilupparsi maggior quantità di fluido elastico nella seconda, che nella prima; dunque non tutta la prima si era accesa al sortire della palla dal pezzo, locchè dimostra ad evidenza decisa, che l' accensione è successiva, e che la prontezza della sua successione, dipende da molte cagioni, tra le quali vi si trova quella della grandezza de' suoi granelli.

Il vedere, come si osserverà qui appresso, prodursi da una quantità di polvere, maggiore di quella, da cui si ottiene il tiro massimo, un tiro minore di questo, è lo stesso, che persuadersi, che non crescendo sempre i tiri al crescere delle cariche, non dovranno queste convertirsi in fluido elastico, che successivamente. Se l' accensione fosse istantanea, producendosi prima della mossa della palla, una quantità mag-

giore di fluido elastico nelle cariche più forti, i tiri dovrebbero sempre crescere al crescere di queste ultime, se anche giungessero ad occupare l' intera lunghezza dell' anima: questo si oppone visibilmente all' esperienza. Per forzare finalmente i fautori dell' accensione istantanea a convenire con noi della falsità della loro opinione, che suppone la carica tutt' accesa, prima, che la palla si muova, facciamoli osservare i tiri di tre cariche eguali, accompagnati dalle stesse circostanze: polvere fina da guerra; polvere da moschetto; e polvere grossa da guerra, sono quelle, ch' entrano nell' esperimento. Di questi tre tiri, il primo è il massimo, l' ultimo il minimo, e 'l secondo di una lunghezza media; dunque le quantità di fluido elastico, sviluppate nella partenza della palla dal pezzo, hanno dovuto seguire la seguente ragione; cioè maggiore nella prima, minore nella seconda, e minima nella terza. Sicch' è restata della polvere non accesa nella seconda carica, e moltoppiù nella terza, dopocchè la palla ha abbandonato l' arme, se la prima carica apparteneva al massimo tiro della palla.

Dal vedersi uscire della fiamma dalla bocca de' pezzi, dopo l' uscita della palla, si deve conchiudere, che la materia non era totalmente convertita in fluido elastico in quel momento, ma che se ne accendeva tuttora, dopo l' uscita del-

la palla, non potendo in altro caso aver luogo la fiamma, ma il solo fumo.

Fra tutte le cariche possibili di un arme da fuoco, una soltanto potrà produrv' il tiro massimo, il quale dipenderà certamente dalla totale accensione della polvere, mentrecchè la palla corre l'anima del pezzo; una minore quantità, producendo minore fluido elastico, dovrà produrre un tiro minore, come una maggiore, lasciando alla palla un minore spazio a percorrere, fa, che questa si trovi di aver descritta la parte rimanente, ed avere abbandonato il pezzo, con un accensione di polvere minore della prima. Questo principio da noi fissato, avrà un estenzione maggiore nel suo sviluppo, se si riduce al seguente: la palla acquisterà dalla carica, in un pezzo di determinata lunghezza, la massima velocità, quando si trovi alla bocca dell' arme con una velocità, che comincia a divenire maggiore di quella, con cui nello stesso momento si muove la colonna di fluido elastico, sviluppato da tutta la polvere verso la bocca. Non potrà più la polvere comunicare nuove spinte al projetto, e non potendone più per questo aumentare il suo moto, verrà al contrario lo stesso ritardato di continuo, e dalla resistenza, che 'l peso del mobile oppone al fluido elastico, e dall' altra, che il mobile incontra direttamente nell' aria, che si oppone al suo passaggio.

Da ciò, che si è detto si rileva, che fra tutt'i tiri di un arme da fuoco, uno dev' esserne il più grande; quello cioè in cui la palla si trova alla bocca del pezzo, animata della massima velocità, fra le possibili prodotte dalle diverse cariche. Ma la quantità di polvere, che lo genera, derivando dalla sua qualità, non solo vi saranno altrettanti tiri massimi in uno stesso pezzo, che vi sono efficacie diverse nelle polveri; ma che dovrà assegnarsi a quest' ultima una delle infime qualità, per ottenerne i massimi vantaggi: nella guerra non si hanno sempre delle polveri eccellenti.

È sicuro d' altronde, che deve fissarsi un limite alla velocità; si rischierebbe altrimenti di vedere aumentare moltissimo la lunghezza de' pezzi, crescendone le cariche; il rapporto fra la prima grandezza, e l' altezza della carica, esistendo sempre nella produzione del tiro massimo. Sarà dunque egualmente indifferente di fissare la lunghezza dell' anima, e ricavarne da essa l' altezza della carica, che di fissare quest' ultima, e determinare conseguentemente la prima.

Ma la lunghezza dell' anima ha certi limiti, che sarebbe pernicioso di oltrepassare. Essa non dev' essere molto lunga, per non soggettarsi ad un peso eccessivo; ad una difficoltà di trasporto; ad un ritardo di manovra. Essa non dev' essere molto breve, per non rendere incerti

i tiri, che la vicinanza de' punti estremi di mira, apparterebbe facilmente dall' esattezza. È dunque ragionevole di lasciare ai pezzi la lunghezza, che hanno, perchè nel corrispondere a questo medio risultato con sufficiente successo, si evita l' ingente spesa di doverli rifondere. Se dalle applicazioni, che ne faremo colle infime qualità di polvere, ne otterremo in tali lunghezze delle velocità approssimanti a 1600 piedi pei pezzi di assedio, ed a 1300 per quei di battaglia, potremo esserne contentissimi, non presentando giammai la guerra il bisogno di usare di una forza maggiore nelle percosse de' projetti de' varj calibri.

Tutti quelli, che hanno creduto esistervi un rapporto, fra il peso della polvere, e l' altro della palla, nella produzione del tiro massimo, si sono fortemente ingannati.

Dal raziocinio si conosce non solo, che le diverse lunghezze di anime, fanno variare la quantità della polvere per produrlo, ma che sotto una costante lunghezza, la qualità della polvere contribuendovi molto, fa variarne il rapporto.

Allorchè noi coll' uso della formola

$c=\sqrt{\frac{48\times60{,}4\,.\,mh}{nd}\,.\,L\frac{a}{b}}$ (che si darà nell' articolo delle velocità iniziali), troviamo il valore di b per quello di a, e reciprocamente, intendiamo di trovare, o il valore della massima

carica per la produzione del tiro massimo, o l' altro della massima lunghezza di anima, da corrispondere a tale carica. In fatti una carica maggiore, come una minore, richiedendo nel risultato della formola, una quantità maggiore, o minore di quella da noi trovata, fa conoscerci, che nella data lunghezza, le due cariche diverse, vi avrebbero prodotto delle velocità minori, la prima, per non essersi accesa tutta la carica, restando pel suo eccesso, alla palla uno spazio minore a percorrere, e la seconda per essersi accesa tutta la carica, e non aver la palla finito di correre l'anima del pezzo. È inclusa dunque, senza vederlo chiaramente, la condizione del massimo, nella formola, che noi daremo qui sotto.

Essendo intanto il prim' oggetto della guerra, il risparmio delle munizioni, e la leggerezza de' pezzi di artiglieria, nata principalmente dalla sottigliezza delle armi, si vedrà quasi sempre fissato per principio alla metà del peso della palla, quello della polvere pei pezzi di assedio, ed al terzo per quei di battaglia.

Ma ritorniamo da questa digressione, allo sviluppo de' nostri principj.

Si riprenda l' equazione.

$$c=\sqrt{\frac{48\times 60,4\times mb}{nd}.L\frac{a}{b}},$$

in cui c dev' essere un massimo. Supponendo b, e c variabili, nel punto in cui ciò succede, il

differenziale della velocità, dev' essere o. Chiamando $\frac{48\times60,4\times mb}{nd}=r$, si avrà

$$c^2=rb.L\frac{a}{b}, =rbla-rblb.$$

Dovendo essere un massimo l' espressione $rbla-rblb$, e quindi zero il differenziale di questo binomio. Sarà differenziando

$$rdbla-rdblb-\frac{rbdb}{b}=rdbla-rdblb-rdb=o,$$

Dunque $rdb.L\frac{a}{b}=rdb$; ossia $L\frac{a}{b}=1$. Per aversi la massima velocità, bisognerà dunque, che 'l logaritmo iperbolico della lunghezza dell' anima, diviso per l' altezza della carica, eguagli l' unità.

Se ne facci un' applicazione al nostro pezzo da 24, la di cui lunghezza è $a=9,506^{pi.}$ Sarà $L\frac{9,506}{b}=1$, e moltiplicandolo per $0,4342945$ per ridurlo da iperbolico a quello delle tavole, si avrà $L\frac{9,506}{b}=0,4342945$, il di cui numero è $2,718=\frac{9,506}{b}$. Dunque $b=\frac{9,506}{2,718}=3,497$ altezza della carica. Ma il logaritmo della base della carica (eguale al cerchio massimo della palla, occupando la carta il vento della stessa) $=9,2205235$. Dunque il volume occupato dalla

carica sarà o, *581* piedi cubici e la polvere in esso contenuta $=37,184$ libre. Sarà questa la carica, che produce il tiro massimo, nel pezzo da 24 delle nostre costruzioni.

Si voglia ora trovare la velocità massima quale essa sia, assegnando alla polvere una data efficacia, facendo p. c. $m=1008$, che appartiene a *105* tese del provetto.

$$\begin{aligned}
L.60,4 &= 1,7810269 \\
L.48 &= 1,6812412 \\
L.m &= 3,0034605 \\
L.b &= 0,5437033 \\
Com: n &= 9,1478861 \\
Com: d &= 0,3372422 \\
\hline
& 6,4945702.
\end{aligned}$$

Ma

(6) $L.\,L\frac{a}{b}$ rid.° ad $=9,9999054$ iperbolico

$6,4944756$, la metà è

$3,2472378$, il numero è

$c=1767$ piedi

Si supponga ora un altra carica, maggiore, o minore dell' accennata; la velocità risulterà sempre minore.

---

(6) $L\frac{a}{b}$ delle tavole è $0,4342945$, il di cui Log. è $L.\,L\,\frac{a}{b}=9,6376898$, che per rid. ad iperbolico bisogna aggiungerlo a $0,3622156$, la di cui somma è $9,9999054$.

Sia in fatti l' altezza della carica 4 piedi ; sarà

$$L b \quad = 0,6020600$$

$$L \frac{a}{b} \quad = 0,3759378 \text{, il log. è}$$

$$L . L \frac{a}{b} = 9,5750723 \text{, e per rid. ad iperb.}$$

$$0,3622156$$

$$9,9372879$$

Il log. del tutto $= 6,5229269$. Ma

$$9,9372879$$

$6,4902148$, la di cui metà è
$3,2451074$, il numero è

$$c = 1758$$

Sia ora l' altezza della carica 3 piedi. Sarà, seguendo lo stesso maccanismo $c = 1754$ piedi.

Dunque la velocità in entramb'i casi è minore di quella da noi trovata per massima, tanto crescendo, che diminuendo la carica, che l' ha prodotta. Se si volessero intanto dedurre le lunghezze de' pezzi di artiglieria dalle massime velocità, di cui si ha bisogno nella guerra, (di tutti, il caso più regolare fra gl' incerti possibili) lasciando per fissa la quantità di polvere, eguale alla metà del peso della palla ne' grossi calibri, ed al terzo ne' piccoli ; e volendosi delle velocità di 1600 piedi ne' primi, e di 1300 ne' secondi, dando a b il valore, che le viene na-

turalmente assegnato, ed a m quello delle polveri infime in qualità (com' è sovente il caso della guerra), si potrebbe fissare tutto del modo seguente.

Si dia primieramente ad m il valore medio nella qualità di 115 tese, cioè $m=1104$. L'altezza della carica, essendo questa di 12 libre, sarà $=1,129$. Si assegni a c il valore di 1600 piedi. Si troverà nel pezzo da 24,

$$L\,c^2=6,4082400$$
$$L\,n=0,8521139$$
$$L\,d=9,6627578$$
$$Com : 60,4=8,2189631$$
$$Com : 48 =8,3187588$$
$$Com : m =6,9570309$$
$$Com : b =9,9473061$$

$$0,3651706$$

$$Com : 2,3025851 \quad 9,6377844$$

$0,0029550$ il numero è

$1,007$. Ma

$$L\,b=0,0526939$$

$1,0596939$, il numero è

$a=11,47$.

Ma questa lunghezza essendo eccedente, ed imbarazzante, ci fa conoscere, che bisognerebbe usare spesso delle polveri dell' ottima qualità, per aversi un pezzo più corto, e maneg-

gevole (locchè non si ha sempre nella guerra). Adattandov' infatti la qualità di 125 tese, che dà $m=1200$, si ha $a=9,528$ regolare, e pochissimo diversa dalla lunghezza de' nostri pezzi da 24.

Essendosi dunque obligati di ligare insieme le due condizioni prescritte, quella cioè di non avere de' pezzi lunghi, e di non dovere usare le più eccellenti qualità di polvere, non potremo dispensarci di diminuire la velocità richesta per riuscirvi. Noi già sappiamo, che colla velocità di 1500 piedi, si soddisfano le più grandi ricerche. Adotteremo questa per massima, ed allora risultando $a=9,484$, poco diversa da quella, che assegna la nostra costruzione, lasceremo per fissa quest' ultima velocità, come capace di essere prodotta da una polvere, di qualità anche inferiore a quella di 110 tese, da noi adoperata in tale supposizione. La formola ci ha dimostrato già, che sotto le stesse condizioni, crescono le lunghezze de' pezzi, decrescendo la bontà delle polveri : hanno queste ultime infatti bisogno di maggior tempo, per la totale accensione, locchè richiede, che il projetto impieghi uno spazio più grande a percorrerle, per ricevere tutte le spinte, di cui è capace la carica. Questa legge è generale a tutt' i pezzi di artiglieria.

Troviamo egualmente la lunghezza del pezzo da 16, tanto allorchè si voglia ottenere colla qualità di 115 tese, la velocità di 1600 piedi

nella sua palla, che allorchè, secondo lo stabilito poc' anzi, si voglia dalla polvere di 110 tese, ottenere l' altra di 1500 piedi.

Noi osserveremo in quest' applicazione, e nelle altre ancora de' piccoli pezzi, che si hanno sempre delle lunghezze non adattabili, tutte le volte, che vogliano usarsi le prime condizioni.

Prima supposizione

$$
\begin{array}{rl}
L\,c^2 = & 6,4082400 \\
L\,n = & 0,8521139 \\
L\,d = & 9,6031444 \\
Com: 60,4 = & 8,2189631 \\
Com: 48 = & 8,3187588 \\
Com: m = & 6,9570309 \\
Com: b = & 0,0004345 \\
 & \overline{0,3586856} \\
Com: 2,3025851 = & 9,6377844 \\
 & \overline{9.9964700}
\end{array}
$$

, il numero è

$$0,9919$$

$$L\,b = 9.99956$$

$$0,99146$$ il numero è

$$9,805$$, lunghezza eccedente pel pezzo da 16.

Nella seconda supposizione risulta di 8, 146 la lunghezza del pezzo da 16, che poco differisce da quella della nostra ordinanza.

Nel pezzo da 12, sparato col terzo del peso della palla, colla polvere di 110 tese, volendosi ottenere la velocità prescritta di 1500 piedi,

si ottiene per sua lunghezza $a=6,535$, maggiore di quella delle nostre costruzioni ; locchè ci dà adottandola , il sommo vantaggio , di potere usare in esso delle polveri dell' infima qualità , volendone ottenere la stessa velocità.

Questo vantaggio è inapprezzabile principalmente nella guerra di campagna , a cui sono destinati tali pezzi, ed in cui la necessità di usare le polveri , che si trovano , fa spesso incontrarne delle cattive.

Nel pezzo da 4 , sparato con lib. 1½ di polvere al suo ordinario , e sotto le stesse condizioni del pezzo da 12 , si ottiene per a il valore di $3,891$, poco diverso da quello assegnato ai nostri pezzi di battaglia dello stesso calibro.

Risulta da ciò , che si è esposto , ch' essendo le lunghezze de' nostri pezzi di artiglieria nell' ordine del più grande al più piccolo de' calibri da noi usati, di 24, 16 , 12 , e 4 , di 9 , 506; 8, 287; 5 , 84 ; 4 , 048 , e quelle da noi trovate di 9, 484 ; 8, 146; 6, 535; 3, 891 , sono più lunghe del giusto. Noi conosciamo intanto, che per ottenersi gli effetti , che si sono fissati , le lunghezze, dovrebbero seguire l' ordine de' nostri risultati.

L' avere falsamente creduto, che poste le lunghezze dell' anime de' pezzi di artiglieria, egualmente moltiplici de' calibri delle rispettive palle, si ottenevano eguali le velocità iniziali delle stes-

se, quando alle medesime condizioni, venivano caricate le armi, con pesi di polvere, che avessero lo stesso rapporto al peso delle palle, ha fatto stabilire a $20\frac{2}{3}$ calibri, la lunghezza de' pezzi di assedio, ed a 16 calibri, l'altra de' pezzi di battaglia. Ma questo principio, supponendo l'accensione istantanea, è erroneo, e quindi ingiustamente adottato. Noi saremmo molto contenti, se rivenendo da questo errore, e volendo serbare la stessa idea, di ottenere delle velocità eguali rispettivamente ne' pezzi di assedio, ed in quei di battaglia, si dasse uno sguardo alla nostra idea, tanto sviluppata in questo articolo, e si assegnassero ai pezzi delle nuove costruzioni, le lunghezze, che abbiamo stabilite.

Si osservano delle notabili variazioni ne' tiri prodotti, tanto dalle cariche molto grandi, che dalle molto piccole: risultano le prime, dal forte scuotimento, nato dalle maggiori resistenze incontrate da un urto maggiore, e le seconde dal vincersi con debolezza gli ostacoli stessi.

Avendo riguardo ai varj usi della guerra, si fisseranno due cariche pei pezzi di assedio, e di piazza, delle quali la maggiore, non superi mai la metà del peso della palla, e la minore non sia mai inferiore al peso della palla stessa, che dei $\frac{3}{4}$

L' artiglieria di campagna, che la velocità del suo uso, e la facilità del suo trasporto, ha richiesto pel suo servizio, de'cartocci da saja, già formati, ed uniti in corpo alle palle corrispondenti, non riceverà nelle sue cariche alterazione alcuna. La carica di siffatti pezzi è fissata al terzo del peso della palla pei tiri a palla (quello da 4 ha un sesto di libra di più, e la ragione è dimostrata altrove), ed ai $\frac{5}{12}$ per gli altri a metraglia, che richieggono una spinta maggiore, e pel di loro peso maggiore, e per la resistenza più grande incontrata, tanto nel percuotere l' aria, che nel superare l' attrito contro la parete inferiore dell' anima.

Le circostanze decideranno poi delle cariche nelle camere de' mortari, ed in quelle degli obici, come le altre nelle bombe, e nelle granate reali, per farle crepare a grosse, ed a piccole scheggie.

Molto si conosce, che la carica, la distanza orizzontale, l' altezza del punto da colpirsi, e l' angolo di projezione, sono i dati, ch' entrano nella soluzione de' problemi balistici. Quantunque però date tre di queste grandezze, si determina sempre la quarta, pure, la facilità del servizio, ha fissato costante l' angolo di projezione, ne'soli mortari per l'attacco, e la difesa delle coste, corrispondente alle massima ampiezza

de' tiri orizzontali, che nel pieno quasi corrisponde a $43^{o}\frac{1}{2}$. Sono tante le sperienze ripetute su i tiri de' mortari, e degli obici, e tante le tavole formate in conseguenza di queste, che poco altro resta a desiderarsi, per giungere alla perfezione. Noi ci contentiamo di enunciarne la loro esistenza, potendo essere sempre in caso da consultarle nel bisogno.

Da tutto ciò, che si è detto si rileva, che ogni arme da fuoco, sotto ciascuna qualità di polvere, ha un solo tiro massimo: che dev' esservi un rapporto, fra la lunghezza dell' anima, e l' altezza della carica, per produrlo: che la lunghezza dell' anima diminuisce sotto la stessa carica, crescendo la bontà della polvere: che aumentandosi quest'ultima, deve sempre crescersi la prima: ch' era questo appunto il caso delle colubrine, di cui l' uso è stato totalmente proscritto, pel di loro peso eccessivo; per la difficoltà di servirle, attesa l' estrema di loro lunghezza; per l' imbarazzo di caricarle; e per la facilità di vederle curvare in azione. Che dovendo variare la lunghezza dell' anima, al variare dell' altezza della carica, si anderebbe in questa ricerca all' infinito, se non si partisse da qualche principio fisso: che vale meglio partire dalla lunghezza della carica, subitocchè questa adempie le condizioni di produrre la velocità maggio-

re, di cui si ha bisogno nella guerra: che si deve cercare di pervenirvi, assegnando alla carica un peso regolare, per evitare la rovina dell' arme, ed il consumo delle munizioni. Infine, che si deve fissare per base delle costruzioni, la lunghezza di un pezzo di artiglieria, quando da un peso regolare nella sua carica, si ottengano colle infime qualità di polvere, le maggiori velocità, di cui si ha bisogno, nelle varie circostanze della guerra.

DEL RINCULO DE' PEZZI DI ARTIGLIERIA.

L' esperienza dimostra costantemente, che le armi da fuoco sparando rinculano, che descrivono cioè uno spazio di recesso, contrario al moto della palla; ma essa non ha provato finora egualmente, il momento nel quale comincia questo recesso, se abbia cioè il suo principio nel tempo, che la palla percorre l' anima del pezzo, o bene quando ne abbandoni la bocca. Si conosce il primo moto sotto il nome di rinculo di accensione, e di esplosione il secondo.

Se i tiri non soffrissero alcuna variazione, sarebbe strano per noi di brigarci della soluzione di questa quistione; ma se esiste il rinculo di accensione, seguendo la palla la deviazione variabile dell' arme, resa così dalle ineguaglian-

ze del terreno, tutte le precauzioni usate per l' esattezza de' tiri sarebbero inutili. La necessità di trattare tale quistione, il determinare cioè se esista, o non esista il rinculo di accensione, diviene dunque per noi indispensabile.

Noi sentiamo costantemente ripetere, ma insufficientemente, che agendo il fluido elastico della polvere accesa egualmente da per tutto, nel momento dell' esplosione, e dovendo perciò essere le masse, nelle eguali quantità di moto, reciprocamente come le velocità, o come gli spazj nel tempo stesso, debba il cannone descrivere uno spazio di recesso, risultante dal calcolo, a cui si sottopone questo principio. Ma riflettendo su i principj della propagazione del fluido elastico nell' interno dell' anima, conosceremo, che formando la palla coi stoppacci un corpo solo col cannone, mentrecchè ne corre la sua interna lunghezza; e potendosi la sua interna capacità considerare come semplicemente aumentata dalla forza interna di esplosione, senzacchè questi corpi sieno totalmente divisi, non dovrà fars' il calcolo delle velocità nella reciproca ragione delle masse, che allorchè la palla abbandona il pezzo. Essendo allora il cannone, e la palla due corpi separati, ed agendo la forza egualmente sull' uno, e sull' altra, dovrà produrvi il citato effetto. Secondo questo principio, essendo spinto il pezzo, tanto in avanti, che in dietro, mentrecchè ne

corre la palla la sua interna capacità, il rinculo di accensione non dovrebbe più esistere, ed il raziocinio, si accosta così all' esperienza, che noi esporremo.

Cosa mai avverrebbe al cannone, se la palla colla forza di adesione alla carica, superasse lo sforzo del fluido sviluppato da quest' ultima? Tutti debbono convenire, che il pezzo non riceverebbe altro moto, che quello d' alto in basso, e quindi di basso in alto in culatta, per l' effetto del settore di esplosione della lumiera. Il rinculo di accensione in tal caso tutti lo negano; perchè dunque non convenire egualmente della sua inesistenza, allorchè lo spazio intermedio, fra la carica, e la palla, si aumenta soltanto, come per effetto di una forza eccentrica comunicata nell' interno alle parti di un corpo, senza separarsi fra di loro? Io credo, che l' esempio di un ordinaria vescica, che passa, dallo stato di suo appassimento, a quello di una straordinaria gonfiezza, dovrebbe persuadere altrettanto, che le nostre ragioni.

Ma qualunque sia la forza, che il raziocinio dà all' opinione, ricorriamo un poco all' esperienza, maestra di tutte le cose. Noi non rapportiamo quella del triangolo, immaginata dagli accademici di Londra, e ripetuta da Cassini, e nella scuola di Strarbourg colle canne da schioppo, e da noi più particolarmente eseguita col

cannone da 4, perchè crediamo, che i suoi risultati, in vece di niente decidere sull' esistenza del rinculo di accensione, fissino piuttosto l' idea del settore di esplosione, ch' è il solo, che produca il totale rinculo nell' arme.

Non ripetemmo nelle nostre Scuole l' esperienza de' tiri del mortaro, fatti sotto lo stesso angolo di projezione, ora facendo poggiare l' affusto sulla spianata, ed ora elevandone il suo di dietro su di una fragile bacchetta verticale; esperienza immaginata, ed eseguita nelle scuole di Strarbourg, perchè in vece di credere, che quest' esperienza potesse soddisfare le nostre idee, come fu allora creduto, conosciamo al contrario, che la bacchetta può essere, anzi quasi sempre dev'esser rotta, prima dell' uscita della bomba, non già per effetto del rinculo di accensione, nè dell' altro di esplosione, ma per la sola pressione della bomba, nel sito dove poggia; pressione prodotta dal passagio del fluido elastico sul vento superiore della stessa, capace, essendo obliqua alla direzione della bacchetta, di piegarla, e di romperla colla sua forza componente perpendicolare, prima, che la bomba possa essere uscita. È anzi sorprendente, e forse unico il fatto, che ci si rapporta, di essere quasi eguali le portate ottenute nei due diversi casi: bisogna piuttosto attribuire questa simiglianza alle cagioni bizzarre, che accompagnano il getto delle bom-

be, che se nella perfezione delle circostanze fanno osservare de' tiri molto diversi fra di loro, non è straordinario, che nelle dissimili, ne presentino degli eguali.

Abbiamo creduto, che la sola sperienza decisiva, e che potesse dare un tuono all' opinione, che ha sinora diviso gli artiglieri, fosse quella di dare al cannone la massima facilità di muoversi, vietandoli, che potessero confondersi cogli effetti del rinculo di accensione, le variazioni prodotte dal settore di esplosione della lumiera, e dall' abbassamento della bocca, nato dagli urti delle palle, che correndo l' anima, si trovano al di là del centro di gravità del pezzo. Il cannone da 4 di battaglia, caricato con libra $1 \frac{1}{2}$ di polvere, della qualità di 90 tese, in sacchetto non ligato alla palla, ha portato quest' ultima nel bersaglio, sito nell' intersezione della linea di mira, e l' asse dell' anima a 7 linee, e 6 punti al di sotto di tale incontro. Il cannone era sostenuto da due verghe di ferro, che tenendolo avvinto per la gioja, e la culatta contro due cerchi di ferro, formavano col cannone un sistema triangolare mobile attorno l' asse di sospensione, a guisa di un pendolo composto.

Nessuno ignora, che l' angolo di partenza delle palle, nato dal vento delle stesse, è giunto a 22', 11" nelle nostre sperienze delle velocità. La testimonianza non equivoca di un corpo

di uffiziali, nel vedere rott' i gangi delle prese della volata, ci assicura non solo della pressione decisa della palla contro la parete inferiore dell' anima nella nostra sperienza, ma bensì dello stato dell' angolo di partenza della palla, inferiore; come l' osservare di aver la palla colpito ad 1 pollice, 1 linea, 8 punti sulla dritta del centro marcato nel bergaglio, mentrecchè al pendolo non era permesso di oscillare, che pel piano verticale di gravità, ci assicura nel tempo stesso, dell' angolo di partenza laterale della palla; che questa cioè sia uscita per la diagonale delle due partenze, laterale l' una, inferiore l' altra.

Ora essendo il bersaglio alla distanza di 16 piedi, 4 pollici, 11 linee, 1 punto; di 90 tese la qualità della polvere, 1227 piedi la velocità della palla; il tempo, che ha dovuto impiegare quest' ultima nel giungere al bersaglio è di 0,01586″; e quindi 6, 7 punti lo spazio verticale di abbassamento della palla. Ma essendo 22′, 11″ l' angolo di partenza totale della palla, la sua tangente alla distanza prescritta è di 183 punti, e quella osservata orizontalmente è di 1 police, 1 linea, 8 punti. Dunque la palla ha dovuto abbassarsi verticalmente per effetto della sua partenza di 6 linee, 9 punti; ma si era abbassata di punti 6, 7 per quello della sua gravità; sicchè il totale abbassamento cagionato dalla natura delle cose, e non da veruno rinculo iniziale,

è stato di 7 linee, 3 punti, 7. Ma quello osservato nel bersaglio dopo il tiro, è stato di 7 linee, 6 punti. Non v' è dunque altra differenza, che punti 2, 3; quantità da trascurarsi non solo, ma da disprezzarsi ancora, e sempre derivante dall' impossibilità di ben mirare all' oggetto, per l' aberrazione della luce, che riflettendo sulla culatta, sulla gioja, e sull' oggetto, ne confonde il vero punto d' incontro. Il rinculo di accensione resta dunque, matematicamente, e fisicamente proscritto; nè vi sarà, che l' ignoranza, ed il pregiudizio di seguire le idee dei nostri antichi, piuttosto, che consultare la ragione, che possa ancora farlo esistere nell' immaginazione degli artiglieri poco istruiti.

Ma seguiamo per poco i calcoli, che ingiustamente si propongono per misurare il rinculo di accensione. Dovendo la palla, colla resistenza, che incontra nell' aria, essere al peso della macchina su di cui è montata, col suo attrito, come il rinculo di accensione, allo spazio descritto dalla palla sino alla bocca del pezzo; ed essendo cantara 2, 70 rotola il peso del cannone da 4; rotola 23; l' altro della macchina a pendolo; rotola 6; l' attrito nell' asse di sospensione; in tutto cantara 3=546,875 libre; la lunghezza dell' anima corsa dalla palla 3,568 piedi la resistenza dell' aria 147, 2 libre (ricavata dalla for-

mola $\frac{3gv^2}{40,27rg'}$) 4 libre il peso della palla; 0,125 libre quella del zocchetto; sarà

L 151,325=2,1799106

L 3,568=0,5524248

Com. 1546,875=7,2621120

Log. del rinculo=9,9744474 il numero è 0,9428.

Ora questo rinculo eseguendosi per l' arco di cerchio, di cui è raggio la distanza dal centro di sospensione al centro di gravità del pezzo oscillante =4 piedi, darà 13°, 30' per l' angolo di oscillazione; 0,9338 per seno; ma la lunghezza del cannone dal suo centro di gravità alla bocca è 2 piedi, 6 pollici, 3 linee; e l' altra dalla bocca al bersaglio di 16 piedi, 4 pollici, 11 linee, 1 punto; tutta la distanza dal nuovo punto in cui si porta il centro di gravità dopo l' oscillazione sino al bersaglio, sarà di 19,8649 piedi.

Per trovare l' abbassamento della palla, si faccia

L 19,8649=1,2980863

L 13°,30'=9,3681853

Comp. 76°,30'=0,0121685

L di abbassamento=0,6784401, il numero è 4,769.

Ma il seno verso dell' arco suddetto, essen-

do di 0,12, il vero abbassamento sarà di 4, 757 piedi. Se dunque il rinculo di accensione avesse avuto luogo in minima parte nella nostra sperienza, la palla avrebbe dovuto colpire sotto il centro marcato nel bersaglio di 4, 757 piedi ; variazione sorprendente alle grandi distanze, in cui si tira alla guerra, e che farebbe rendere inutili tutte le precauzioni usate per l' aggiustatezza de' tiri.

Da tuttociò, che si è detto si rileva, che il rinculo iniziale non esiste; oggetto interessante a conoscersi per la sicurezza de' nostri risultati. Non può negars' intanto, che l' arme dopo lo sparo si trovi più indietro della sua posizione ordinaria : questa mossa non avendo potuto eseguirsi, mentrecchè la palla era nell' anima del cannone, ha dovuto prodursi da qualche forza, che ha esercitate le sue azioni, dopocchè la palla ne ha abbandonato la bocca.

La polvere agisce per istrati sferici, e questa espansione succede egualmente in ogni suo granello : l' azione, e reazione continua degli uni, sugli altri, e l' indifferenza di ciascuno a seguire tutte le direzioni, esisterà senz' altro ; il volersi dunque espandere per ogni verso, ed acquistare quel volume, che l' è dovuto, per mettersi in equilibrio coll' aria naturale (locchè sarà più difficile, mantenendosi per più lungo tempo il calore nelle sue parti) le sarà egualmente naturale

che il perciarsi precedentemente un cammino per la lumiera, dove incontra la minima resistenza, e poscia pel vento del mobile, premendo la palla, e precedendo in parte il projetto nel suo corso.

Essendo costretto il fluido di passare da spazj più grandi, in ispazj più piccoli, la sua azione sarà simile a quella di tanti cunei elastici, e noi non dubiteremo più della di loro esistenza. Per quanto sia sensibile la parte di questo fluido, che precedendo la palla, medesima il suo calore, e rimette il suo equilibrio più prontamente coll' aria atmosferica, e l' altra, che si procura un passaggio per la lumiera, non può affatto negarsi che il residuo, o sia la forza di quello, che segue tuttora a spingere la palla, non debba quasi essere immenso.

Sarà da noi calcolato il rapporto, sotto lo stesso volume, fra l' elasticità del fluido sviluppato dalla polvere da cannone, e l' aria naturale, e dopo molte sperienze, e riflessioni, sarà fissato $=1000:1$. Allora dunque la polvere accesa terminerà di agire sulla palla, e finirà le sue azioni su di altri corpi, che le vietano il passaggio, quando avrà occupato un volume mille volte maggiore di quello, che serbava nella carica, nel suo stato concreto.

La lunghezza di un pezzo da 24 è 9,506 piedi, l' altezza della carica di 8 libre, 0, 754^{pi};

dunque il fluido sviluppato dalla polvere, quando avrà occupato tutta l'anima del pezzo, si sarà dilatato in un volume, ch'è a quello occupato dalla carica $=12,79:1$; ma per rimetters'in equilibrio coll'aria naturale, deve occupare uno spazio mille volte maggiore; gli resta dunque 987, 21 per la forza con cui colpisce l'aria esterna. Questa forza, per quanto venghi diminuita, tanto dalla fiamma, che ha preceduto la palla pel suo vento, che dall'altra sviluppata dalla lumiera, dall'assorbimento dell'aria, e l'equilibrio, che succede pel suo stato naturale, il suo residuo è sempre immenso.

Formandosi nell'atto dell'esplosione un cilindro di fuoco, che cerca costantemente d'ingrandirsi da pertutto; che occupa dapprima tutta l'anima del pezzo; e che trova, finchè la palla giunge alla bocca, degli ostacoli insormontabili nella coesione del metallo; bisogna convenire, che superat'i limiti della circoscrizione del metallo, la base di questo cilindro crescerà a dismisura, ed urtando l'aria con una forza grandissima, come si è veduto poc'anzi, incontrerà nell'inerzia di quella, una gran resistenza, tantoppiù, ch'è successiva, e non istantanea la comunicazione del calore, che restituisce ai fluidi l'equilibrio. Dunque questa massa fluida, che ha il suo apice nel fondo dell'anima; la base nell'aria al di là della bocca; e che per que-

sto chiameremo settore di esplosione, perchè prodotto non già nel momento dell' accensione, ma nell' altro dell' esplosione della carica, è la sola cagione del rinculo, astrazione fatta da quella, che nel momento, che la palla abbandona la bocca, dando le velocità, o gli spazj nel tempo stesso, reciprocamente come le masse, accresce per la parte da noi già determinata, l' effetto prodotto nel rinculo dal settore di esplosione. Abbiamo alla giornata, nella salita degli augelli, e de' razzi per l' aria, delle pruove evidenti di tali fatti, cioè della forza dell' aria nel resistere, e ripercuotere la sua azione su i corpi, che vengono ad urtarla vigorosamente. La doppiezza maggiore data alla gioja de' pezzi di artiglieria, e lo sgranamento dell' orificio nelle camere de' mortari, dimostrano bene, che tutto il mondo è convinto dell' esistenza del settore di esplosione.

Si è fortemente ingannato, chi ha creduto, che il rinculo detto di esplosione, fosse in vece una conseguenza dell' entrata dell' aria nell' anima di un pezzo di artiglieria; la grand' elasticità del fluido, sviluppato dalla polvere da cannone, e la successiva propagazione del suo calore, vi si oppongono altamente.

Stabilita solidamente l' idea del settore di esplosione, possiamo francamente spiegare i fenomeni, che ci hanno presentato le sperienze di Londra, di Cassini, e di Strarbourg. La forza

impiegata dal settore di esplosione sul pezzo per farlo rinculare, è non solo proporzionale alla carica, ma al suo grado di calore. Se la velocità della palla, non è tale da farli abbandonare il settore di esplosione durante il rinculo, ne soffrirà essa tutte le variazioni. Se dunque il rinculo si facci circolarmente, secondo l'esperienza di Cassini, e la resistenza laterale dell' aria sia molto grande, per la gran velocità del rinculo; inviluppata allora la palla nel settore suddetto, ripercuoterà con esso il suo moto, riflesso da quella marcata dal rinculo. Se la resistenza dell' aria sia molto piccola, non essendo essa capace di deviare il settore, la direzione della palla seguirà quella del pezzo. Nel primo caso si conferma l' esperienza degl' Inglesi; nel secondo quella di Cassini; ed indifferentemente in entrambe quella di Strarbourg. La deviazione in senso contrario, che si osserva nelle palle, sparate da un cannone, che quasi tocchi le gote di una cannoniera, e le altre da basso in alto, nelle batterie a barbetta, quando le bocche de' cannoni sieno poco discoste dal piano superiore del parapetto, pongono il suggello alla nostra opinione.

Il rinculo di esplosione finalmente è minore ne' tiri a polvere, che in quelli a palla, medesimandosi l'elasticità, ed il calore del fluido coll' aria naturale del pezzo, con maggiore facilità, e prontezza nel primo caso, che nel secondo, non

essendovi nel primo, nè una maggiore resistenza allo sfogo della polvere, nè un corpo intermedio, che ne impedisca la comunicazione, ed il ristabilimento dell' equilibrio coll' aria naturale.

In qualunque modo, esprimendosi la forza del rinculo in culatta pel seno massimo, saranno nelle varie obliquità del pezzo, i rinculi risultanti, come i coseni di elevazione. Dunque nei tiri orizontali, il rinculo sarà il massimo, divenendo il coseno eguale al raggio; sarà nullo nei verticali, divenendo zero il coseno; e maggiori, e maggiori saranno i rinculi, divenendo minori, e minori gli angoli di elevazione.

Cresce il rinculo di esplosione crescendo la carica, e gli ostacoli, che si oppongono al suo sviluppo, giacchè al crescere di quella, e di questi, crescono egualmente, e la quantità del fluido elastico sviluppato, e la velocità della palla, sino a quella da noi fissata nella produzione del tiro massimo. Crescendo il fluido elastico nella stessa capacità, crescerà sempre la sua elasticità, e la sua forza di percussione sull' aria esterna; crescerà quindi la ripercossa esercitata da questa su di quello, e la quantità del rinculo totale prodotto da questa cagione, ne sarà maggiore egualmente.

DELLA LEGGE CON CUI IL FLUIDO ELASTICO SVILUPPATO DALLA POLVERE ACCESA, AGISCE SULLA PALLA ALLE VARIE DISTANZE DAL FONDO DELL' ANIMA. SCALA DELLE PRESSIONI, CH' ESSO ESERCITA CONTRO L' ANIMA DE' PEZZI DI ARTIGLIERIA: IDEA SULLE DOPPIEZZE DI METALLO DALLA CULATTA ALLA BOCCA DE' PEZZI STESSI.

Si è veduto, che il sentimento dell' accensione istantanea era privo di fondamento, ed anche contrario alle leggi della natura. Nel determinare dunque le diverse azioni, che fa la polvere sulla palla ne' varj siti dell' anima, ossia la scala delle pressioni, non dovremo avere riguardo, che all' accensione successiva.

Si abbia per questo, nel fondo cilindrico $BACD$, nel sito AE una quantità di polvere accesa. Sia R il corpo resistente vicino alla polvere in R. Secondo l'ipotesi dell'accensione istantanea, se la polvere si convertisse in fluido elastico, prima della partenza di R, e si mantenesse costante il grado di calore in tutta la lunghezza dell' anima, allora la massima pressione si riceverebbe in tal punto; la minima si otterrebbe alla bocca, e minori, e minori si farebbero le pressioni dal sito AE al punto B. Esprimendosi siffatta pressione in E per l' altezza EF perpen-

dicolare ad AB, tutte le altre pressioni ne' varj siti dell'anima H, G, I, K, sarebbero espresse dalle perpendicolali HL, GM, IN, KZ, reciprocamente proporzionali coll' altra EF, alle distanze AE, AH, AG, AI, AK, essendo le densità del fluido, e le sue pressioni, nella reciproca ragione degli spazj cilindrici, ne' quali va successivamente racchiudendos' il fluido elastico, per essere questi come le loro distanze dal fondo dell' anima, come cilindri di eguali basi, e diverse altezze.

La curva pertanto, che passerà pei punti F, L, M, N, Z, sarà quella, ch' esprimerà la scala delle pressioni, che per le leggi colle quali è stata costruita, è un iperbole equilatera fra gli asintoti (*Fig.* 2).

Nè il calore si mantiene costante, scemandosi come si è detto da un certo sito dell' anima alla bocca, nè l' accensione è istantanea. Esistendo queste due cause nei tiri delle armi da fuoco, conosceremo, che la scala delle pressioni da noi già trovata per un iperbole equilatera fra gli asintoti, superando il limite maggiore di tutte le pressioni; che realmente si esercitano, ci garantisce contro tutti gli accidenti, nel ritrovare secondo siffatta ipotesi la scala delle doppiezze di metallo. Non sarà dunque inutile di averla trattata.

Non muovendosi la resistenza R, che allorchè si sia sviluppata la competente porzione di fluido

elastico, capace di vincere, e la resistenza del suo peso relativo, e quella del suo attrito; ne nasce non solo, ch'essendo questa molto minore di quella risultante dalla totale accensione, sia espressa da un ordinata *EV* molto minore di *EF*, ma che diminuendo gradatamente la resistenza *R* sino alla minore possibile, questa *EV* si fa più piccola, a segno infine da divenire la minima retta fra i punti *E*, ed *F*.

Passando la resistenza *R*, da *E* in *H*, si svilupperà maggiore quantità di fluido, da granelli della carica; la sua elasticità diverrà maggiore per questo principio, ed anche perchè accompagnata da un maggior grado di calore; per cui se il rapporto delle quantità sviluppate, sarà maggiore di quello de' volumi, che le contengono, le linee *HT*, *GS*, saranno non solo maggiori delle quarte proporzionali reciproche in ordine ad *AH*, *AE*, *EV*, o pure ad *AG*, *AE*, *EV*, ma saranno altressì maggiori di *EV*, avanzandosi semprepiù verso *G*. La scala *VTS*, dinoterà il limite delle pressioni.

Se pertanto l' accensione termini in *T*, allora, e perchè il grado di calore già finito di accrescersi va diminuendo nelle nuove capacità in *K*, in *B*, e perchè il fluido elastico sviluppato, ha acquistato, nella costanza della sua massa, delle capacità maggiori, le nuove ordinate *KQ*, *BP*, ch' esprimono le pressioni in tali

punti, saranno sempreppiù minori di *IO*: questa sarà la massima, e la scala delle pressioni avrà nel punto *I* il suo flesso contrario, cominciandosi di bel nuovo ad accostare all' arme. E siccome nell'accensione successiva, di cui abbiamo parlato, non mai nel punto *I* la pressione del fluido elastico eguaglia l' altra dell' accensione istantanea nel punto stesso, e per non essere accompagnata dallo stesso grado di calore, che ha di già in parte permeato pei pori del metallo, e per la perdita maggiore, che se n' è fatta per la lumiera; ne nasce, che mai la scala delle pressioni nell' accensione successiva toccherà l' iperbole equilatera fra gli asintoti.

Siccome per l'eccessivo aumento del calore, e dello sviluppo del fluido elastico, era la pressione *HT* maggiore della quarta proporzionale, dopo *AH*, *AE*, *EV*, che supponeva l' accensione istantanea; così per la diminuzione del calore, e dell' elasticità, la retta *QK* sarà minore della quarta proporzionale dopo *AK*, *AI*, *IO*. Dicendosi lo stesso degli altri punti, ne nasce, che dopo il punto di flesso contrario in *O*, la linea delle pressioni si anderà sempreppiù accostando all' asse dell' anima, finchè l' elasticità della polvere si equilibri coll'aria atmosferica. Se dunque il fluido non isfuggisse per la lumiera, lo stato dell'equilibrio succederebbe ben tardi, e l' arme per questo dovrebb' essere lunghissima.

Siccome posta costante la resistenza, qualunque sia la quantità, e qualità della polvere, di cui si carica un arme da fuoco, la porzione, che deve svilupparsi da essa, per vincere la cennata resistenza è sempre la stessa; così la scala delle pressioni ha sempre lo stesso punto di origine in tale supposizione. Si accosterà, o discosterà di seguito una scala di pressioni da un altra, determinata di posizione rispetto all'asse dell' anima, dalla culatta verso la bocca, a proporzione, che la quantità, e la qualità di polvere, sieno inferiori, o superiori a quella, che ha fissato la scala marcata di pressione, essendo nello stesso spazio in cui succede lo sviluppo, minori, o maggiori le densità del fluido sviluppato. La figura 3 rende più chiara la nostra assertiva, dinotando per E la carica, che ha prodotto la scala delle pressioni XyZ; per EX la linea costante di pressioni; per EK, EP le due quantità, o qualità di polvere, inferiore la prima, superiore la seconda; e finalmente per XLM, ed XNO le due scale ricavate dalla prima, e seconda supposizione.

Coll' uso della formola

$$c=\sqrt{\frac{60,4\times48mb}{nd}.L\frac{a}{b}},$$

ci risparmiamo di seguire il metodo nojoso, e forse d'impossibile esecuzione, nel determinare la scala delle velocità, dando al cannone delle di-

verse lunghezze, e sparandovi la stessa carica, per osservare la velocità della palla in ciascun punto dell' anima. Nel dare nella nostra formola, tutti i valori possibili ad a, restando costante b, otterremo le varie grandezze c, cominciando dal supporre b la massima, per la minima lunghezza di anima, che noi faremo costantemente crescere nelle successive applicazioni della formola.

Essendosi dunque ricavata dalla natura dei tiri l' equazione

$$c^2 = \frac{60,4 \times 48mb}{nd} L \frac{a}{b} = pb . L \frac{a}{b}$$

(facendo $=p$ la quantità costante $\frac{60,4 \times 48m}{nd}$ nello stesso pezzo colla stessa qualità di polvere). Sarà differenziando $cdc\ \frac{pb}{2a} . da$, ossia $\frac{cdc}{da} = \frac{pb}{2a}$. Ma $fda = mcdc$ (chiamando m la massa, e da il differenziale dello spazio) ossia $\frac{f}{m} = \frac{cdc}{da} = \frac{pb}{2a}$. Chiamando dunque P la pressione o la forza, nella costanza della massa; sarà $P = \frac{pb}{2a}$. Dalla scala delle velocità, si è dunque ricavata quella delle pressioni ne' varj punti dell' anima. Si cominci col costruire l' equazione, e supporre

$a=b$, ossia alla parte dell' anima occupata dalla carica, che dev' essere sicuramente di costante doppiezza. Sarà sollevata da tal punto, una perpendicolare $\frac{pb}{2a}=\frac{p}{b}$ (nel nostro caso), e sollevando dagli altri punti della lunghezza dell'anima delle perpendicolari $=\frac{pb}{2a}$, la linea, che l'unirà, sarà la scala delle pressioni richiesta. Noi conosceremo, quanto la scala delle pressioni, necessita per la determinazione delle doppiezze del metallo nelle varie lunghezze dell' anima, quando tratteremo di quest' ultimo articolo (*Fig.4.*).

Trovata la scala delle pressioni, bisogna, che quella delle doppiezze di metallo ne' varj siti dell' arme, la di cui resistenza deve opporsi alle pressioni, debba serbare le sue distanze proporzionali a quelle delle pressioni suddette.

Determinata quindi la doppiezza del metallo, nata dalla coesione delle sue parti, ricavata da una sperienza, essere eguale a quella di una pressione qualunque ridotta in peso; si avrà col ritrovato di molti quarti proporzionali, in ordine alle pressioni, ed alla doppiezza determinata, la vera linea delle doppiezze sulle pareti dell' anima. Se sarà dunque una retta la scala delle pressioni, retta sarà quella delle doppiezze di matallo: le sarà parallela, se quella sarà parallela all' asse dell' anima, e l' incontrerà in un punto al

di là della bocca del pezzo, se non essendo quella delle pressioni parallela all' asse dell' anima, le sia convergente; ciocchè accade nelle armi da fuoco.

Può dunque siffatta linea delle pressioni essere parallela all' asse dell' anima, ed allora la doppiezza dell' arme, dev' essere eguale in tutta la sua lunghezza: Può sempreppiù divenire divergente, dalla culatta alla bocca, e bisognerà, che la doppiezza eguale da pertutto, lo sia secondo la massima ordinata: Può la linea allontanarsi dall' asse sino ad un certo punto, e poi tornare ad accostarvisi, e la doppiezza di metallo dovrà essere eguale sino a tal punto di massima divergenza, e divenire minore a proporzione delle ordinate: Può in fine la scala accostarsi sempre verso la bocca, e così anche le doppiezze anderanno decrescendo dalla culatta alla bocca. Dalle sperienze si rileva avverarsi l'ultimo caso, ed i cannoni dovrebbero avere per questo, come hanno presso a poco, la forma di un cono tronco, colla base maggiore alla culatta, e la minore alla bocca. Per assicurarsi intanto di una resistenza maggiore, e di una più grande facilità nel tornirli esteriormente, si forma il cannone da tre coni tronchi, le di cui basi di unione verso la culatta, sono nella scala della curva descritta, e le altre se ne discostano in maggioranza.

Da' continui sforzi del settore di esplosione, di cui abbiamo a lungo trattato, ch' esercita il maggior' effetto sulla bocca del pezzo, trovandosi ivi non sostenuto da una massa continuata di metallo nella gioja, è derivata la maggior doppiezza data alla stessa. L' esperienza ci ha fatto più di una volta osservare, crepars' i mortari alla bocca, malgrado la maggiore spessezza, ch' essi hanno in tal parte. Questo effetto derivante dalla causa accennata, e dagli urti frequenti delle bombe all' uscire dalla bocca de' mortari, è passato per assioma nelle costruzioni di artiglieria.

Essendo le resistenze prodotte dalle palle, come i loro pesi, o come i cubi de' loro diametri (avendo la stessa gravità specifica) saranno come $D^3 : d^3$, chiamando D, e d i diametri. Essendo N, n le pressioni in linee perpendicolari alle cariche, capaci a muovere lè palle, ed essendo nella ragione di $D^2 : d^2$ le superficie delle palle premute; ne nasce, che le pressioni saranno espresse da $D^2N : d^2n$, e le di loro efficacie, eguagliando esse stesse, divise per le resistenze, saranno $= \frac{D^2N}{D^3} : \frac{d^2n}{d^3}$; ossia $N : n = D : d$; le pressioni cioè come i diametri, in due armi di diverso calibro, cariche proporzionalmente ai pesi delle palle, allorchè queste pressioni si considerano nel sito della carica, e sem-

plicemente valevoli a muovere le palle dal loro sito.

Si abbiano le due anime cilindriche *HPMD*, *ACDB* di diverso calibro, ma tali, che le cariche racchiuse negli spazj *HPN*, *ACE* sieno proporzionali al peso della palle, poggiando entrambe sulle basi nella comune direzione *EN*. Essendo le cariche come i volumi, saranno nella ragione composta de' quadrati de' diametri *HP*, *AC*, e delle altezze *HN*, *AE*; ma sono già come i cubi di *HP*, ed *AC*. Saranno dunque le altezze delle cariche, come i diametri delle basi.

Esprimano le normali *NV*, *EX* all' asse dell' anima le pressioni, che il fluido elastico della polvere accesa ha ne' punti *N*, ed *E* delle due anime *HM*, *AD*. Se la successiva accensione si dilati negli spazj *HPL*, *ACG* dello stesso allineamento *GL*, ne avverrà ch' essendo il cilindro *HPL* all' altro *ACG* in minore ragione di quello *HPN* all' altro *ACE*, sia l' elasticità del fluido in *HPL* all' altra in *ACG* in magiore ragione di quella di *HPN* all' altra in *ACE*. Dunque se la pressione in *L* appartenente al primo sia *LI*, sarà l' altra *GI* appartenente al secondo, maggiore della quarta proporzionale in ordine ad *NV* : *EX*, ed *LI*. Dicendosi lo stesso della pressione alla bocca; ne nasce, che l' accensio-

ne della carica è più vicina al sito della carica, e quindi si opera più velocemente ne' grossi, che nei piccoli calibri; per cui le doppiezze di metallo debbono proporzionalmente essere maggiori ne' primi calibri, che ne' secondi. (*Fig. 5*).

DEL MODO DI CALCOLARE LA FORZA MASSIMA DELLA POLVERE NEL TEMPO DELLA SUA ACCENSIONE: SUA PRESSIONE SUI PROJETTI DI ARTIGLIERIA.

Per determinare la forza della polvere, si è dovuto non solo produrre un gran numero di sperienze, immaginate in varj modi, ed eseguite con diverse quantità, e qualità di polvere, ma attenersi benanche a quel risultato medio, che il calore accrescendo l' elasticità, poteva fare variare, ed il tutto rapportato all' aria naturale dell' atmosfera.

Sarebbe lungo il ripetere descrivendo le tante sperienze, colle quali si è creduto di fissare questo rapporto, non solo perchè tutt' i risultati sono differenti fra loro, ma perchè ancora la ristrettezza del nostro trattato ci vieta di dilungarci. Fra le molte istituite pertanto, quella, che ha goduto la publica opinione de' militari, è la già conosciuta di Robyns. Quest' Uffiziale Generale molto istruito sulla guerra, ed anche più

nel suo mestiere, ha ritrovato dopo le sue molte sperienze, che astrazione fatta dal calore, il rapporto fra il volume occupato dal fluido elastico sviluppato dal salnitro nella combustione, è a quello occupato da esso nella polvere nello stato concreto $=244 : 1$, e ch' essendo aumentata del quadruplo più $\frac{1}{10}$ dal calore, nel momento dell' esplosione, fosse $=1000 : 1$, numero rotondo. È già $=796 : 194\frac{1}{3}$ il calore del ferro rovente a quello della temperatura mezzana dell' atmosfera; ed il calore del fluido della polvere nel momento dell' esplosione, dal primo non molto se ne discosta.

Pappacini dice che adoperando la polvere fina da guerra, ed impiendone una capacità, senza ricalcarla, la sua massima elasticità in tempo secco, è solamente come 1900 : 1 a quella della pressione atmosfera; e come 1400 : 1 quando la stessa era pregna di vapori. La sua pressione media è dunque a quella dell' aria naturale $=1650 : 1$.

Belidor, e Muller considerando il fluido elastico nel massimo grado di calore, fanno giungere questo rapporto a 4000 : 1. Bigot de Morougues, da 4000 lo spinge a 5600 : 1. D' Ulacq gli assegna un limite molto esteso, portandolo da 4000 ad 8000 : 1. Bernoulli vuole, che nel tempo del massimo riscaldamento sia da 4000 in 6000 : 1.

Haucksbée poco si discosta dal parere di Robyns. Lombard finalmente lo porta sino a *10000* : *1*, ch' io credo eccedente.

Da ciò, che si è detto, si osserva quanto si sieno imbarazzati gli autori nel ritrovato del rapporto fra l' elasticità della polvere, e l' aria atmosferica, per dedurne il suo sforzo contro le anime de' pezzi di artiglieria, e de' loro projetti; ed i sentimenti sono tanto diversi fra di loro, che basterebbe questa sola idea, per ispandere dell' incertezza ne' risultati, ed assicurarci delle poche cure usate nelle sperienze, e di nessun principio fissato per istituirle. Noi faremo riflettere, che il dire generalmente: la polvere ha un dato rapporto nella sua elasticità sviluppata dall' accensione, a quella dell' aria naturale, sia lo stesso, che ignorare, che si possono fare delle polveri diverse in attività, a segno, che potendo divenire una di maggiore efficacia di un altra, per la proporzione diversa nelle parti della miscela, per la purità de' componenti, per la di loro esatta manipolazione ec., debbano avere un elasticità maggiore, portando il globo del provetto, soggetto alle stesse circostanze, ad una distanza molto più grande. Quando dunque non si è fissata dagli autori, l' attività della specie di polvere, usata nelle sperienze, è segno, che o s' ignorava tale verità, o si credeva, che tutte le polveri dovessero avere la stessa effica-

cia : errore grandissimo ! Si dovrebbe piuttosto ridurre la quistione, in ritrovare il cennato rapporto, data la conoscenza anteriore della polvere col provetto. Si saprebbe allora il rapporto di tale elasticità all' aria atmosferica in tutte le altre, facendo uso della formola, che a questo proposito noi stabiliremo nella teoria de' tiri. Dandoci questa formola, de' risultati approssimanti di molto all' esperienza, col fissare a siffatto rapporto il valore di 999 : 1 nella polvere di 105 tese, bisogna assolutamente convenire, che di tutt' i pareri quello di Robyns, ed Hauksbée sia il più esatto, se pure la polvere, di cui essi fecero uso, fosse stata di quella di 105 tese, o a questa approssimante.

Il rapporto di 999 : 1 da noi fissato, abbiamo avuto occasione di confermarlo con un saggio, che anderemo ad esporre.

Noi abbiamo dato, trattando della polvere da cannone, un metodo ben semplice, e sicuro, per determinare colle diverse altezze barometriche nella macchina pneumatica, estratta l' aria, il rapporto fra le varie elasticità del fluido della polvere, e quella dell' aria atmosferica. Estratta l' aria da una campana pneumatica, che aveva un volume di 1000 pollici cubici, si accese in essa un pollice cubo di polvere, del peso di cinque grossi, e della qualità di 105 tese : il salnitro dal quale si sviluppa il fluido elastico,

avendo alla polvere, il rapporto di *1*:0,'*77*, sarà del peso di 3, 85 grossi. Il volume atto a contenere questo peso, attesa la sua diversa gravità specifica rispetto ai rimanenti componenti della polvere, era atto ad esser contenuto in 1000 linee cube, e l'altezza a cui si sollevò il mercurio dopo la combustione, fu di 16, 1875 pollici, essendo lo stesso precedentemente di livello col mercurio del bagno. In questa operazione non abbiamo trascurato di sottoporre la campana ad un grado di calore, con un apparecchio esteriore, eguale a quello sviluppato dall' accensione, e nel momento dell'esplosione; e questo ad oggetto di sostenere, dopo il dileguamento del fumo, la campana nella stessa temperatura, e marcare, in conseguenza dell' innalzamento del mercurio, l'elasticità della polvere nello stato di suo massimo riscaldamento. Ora essendo il rapporto del volume dell' aria naturale, ch' entra nella campana, capace a sollevare il mercurio a 28 pollici, a quello occupato dal salnitro capace a sollevarlo a *16*, *1875* pollici =*1728*×*1000*: *1000* =*1728* : *1*; sarà la pressione del fluido della polvere, a quella dell' aria atmosferica, in ragion composta di *16*, *1875* : *28*, e di *1728* : *1* =*999*: *1*. Crediamo dunque ragionevole, finchè de' fatti più solidi non ci facciano conoscere un rapporto più esatto, di adottare per la polvere di 105 tese, quello di *999* : *1*, che niente differisce dall'

altro, che abbiamo fissato, e chè d' altronde è conforme al sentimento di Robyns, ed Hauksbée.

Per tramutare questa pressione in peso, affin di soggettarla al calcolo, noi supporremo s qualunque superficie, ed n il rapporto dell' elasticità della polvere all' aria atmosferica; sarà $32 \times 70\, ns$ la pressione ridotta in peso, essendo $32 \times 70\, s$ lib. quella corrispondente all' aria, chiamando un piede quadrato l' unità della misura della superficie s.

Suppone siffatta formola essere s una superficie piana; ma le palle di cannone, e le bombe, opponendo all' urto della polvere, una superficie semisferica, vediamo di assegnare ad s il suo giusto valore.

Sono varj i pareri sulla valutazione del rapporto delle pressioni fatte contro una superficie piana circolare del diametro della palla, e la semisferica dello stesso diametro. Alcuni credono, che questa sia una ragione di eguaglianza: altri vogliono, che sia $=3:2$, ed altri finalmente $=2:1$. Robins, Bigot de Morougues, e Pappacini, sostengono la prima opinione; Lombard la seconda: Newton, Euler, e Bezout la terza. Noi ci atterremo a quest' ultima, non solo, come la più ragionevole, e dimostrativa, ma come ancora più uniforme alle sperienze.

Il Cavalier di Borda, nel suo eccellente trattato di navigazione, pretende frattanto, dopo la

precisione portata ai suoi calcoli, seguiti dalle sperienze, che la resistenza provata dalla semisfera, per la pressione del fluido elastico, sia minore di quella provata dalla metà del suo cerchio massimo, serbandoli la ragione di *1* : 2,*44*, quando era piccola la superficie, e di *3*:*5*, quando era grande.

Questo fa molto conoscerci, quanto non vi sia niente di generale, stabilito per tale teoria.

Delle tre prime opinioni, la seconda, e la terza, differiscono ne' risultati, perchè differiscono ne' principj. Il supporre il fluido elastico, ora agire perpendicolarmente in tutt'i punti della superficie semisferica, ed ora nella direzione delle ordinate al suo diametro, perpendicolare all' asse dell' anima, fa, che ora risulti la forza relativa i due terzi dell' assoluta, o di quella esercitata contro il cerchio massimo della sfera, ed ora la metà. Dovendo però sempre una porzione di questo sforzo totale, agire perpendicolarmente in tutti e dne i casi all' asse del projetto, che segue la direzione di quello dell' anima, fa, che distruggendosi colla reazione del contrario; l'opinione di essere la forza relativa eguale a quella esercitata contro del cerchio massimo, non possa affatto aver luogo.

Non perchè a noi ci sembrano più uniformi all' esperienza, i risultati della terza opinione,

tralasceremo di esporre la dimostrazione, che si dà della seconda.

Per rendere la dimostrazione più generale, ed anche perchè spesse volte si fa uso de' cannoni pel tiro delle bombe, supponghiamo il diametro del corpo sferico eguale a quello dell' apertura del vaso, ed anche maggiore; opponendo così un solo segmento all' urto. Noi vedremo egualmente da per tutto la generalità di tale principio.

Sia dunque il vaso *FVG* pieno di fluido elastico, attualmente compresso, e la sfera *MQ*, *ND* applicata al vaso col segmento *FDG*, la di cui corda *FG*, eguagl' il diametro dell' apertura del vaso, e che vi si adatta esattamente.

Se si suppongano il vaso, e la sfera talmente aderenti, che non vi sia forza capace a disgiungerli, il fluido rinchiuso, e compresso nella capacità *FuGDf*, eserciterà contro tutte le pareti interne del vaso, delle pressioni, che gli saranno perpendicolari; il segmento sferico *FDG* sarà dunque egualmente spinto in tutt' i punti perpendicolarmente alla sua superficie, cioè per direzioni, che passano tutte pel centro della sfera. Secondo la direzione di queste linee, farà dunque il fluido degli sforzi, per distaccare la sfera dall'apertura del vaso. Ma riconcentrandosi la risultante di tutti gli sforzi nel punto centrale del seg-

mento, secondo le leggi meccaniche, e per la direzione DC, ch'è perpendicolare alla tangente in D, ne avverrà, che la sfera, cedendo agli sforzi, cederà secondo questa marcata direzione (*Fig. 6*).

Osserviamo se tutto, o qual parte dell' impulso del fluido, realmente esercita la sua azione sulla sfera nella direzione DC. Ciascùn punte f del segmento, essendo spinto dal fluido nella direzione fC, che passa pel centro della sfera, se per fC si rappresenti la sua forza assoluta, decomposta nelle due fS parallela, ed fF perpendicolare a DC, è chiaro, che quest' ultima forza niente contribuisce al moto progressivo della sfera, secondo la direzione DC, essendo altronde distrutta da un altra forza eguale, e contraria, partendo da un punto preso dall' altra parte, egualmente distante da D; dunque il punto D non sarà spinto nella direzione DC, che per la sola forza fS.

Sicchè la forza assoluta, che agisce sul punto f, è alla relativa, che tende a fare muovere la sfera $= fC : fS$; e siccome accade lo stesso a tutt' i punti, che compongono la superficie del segmento sferico; ne segue, che la forza assoluta, è alla relativa, come la somma di tutt' i raggi menati da tutt' i punti del segmento sferico, è alla somma di tutte le ordinate fS, tirate dagli stessi punti, parallele a DC, ossia come la

somma di tutte le perpendicolari ps, di cui ciascuna eguaglia il raggio menato per tal punto, è alla somma di tutte le ordinate fS; ossia come il cilindro formato dalla rivoluzione del rettangolo $PDCS$ intorno a DC, è al solido sferico formato dalla rivoluzione della figura $FDCS$ intorno a DC. Ora l'equazione de' solidi di rivoluzione è $\int\frac{cy^2dx}{2}$; ma $y={}^2 2rx-x^2$, dunque$=\int\frac{2crxdx-cx^2dx}{2}$ per la porzione sferica, che ha il principio dell' ascissa nell' estremo del raggio; ed il suo integrale $=\frac{erx^2}{2}-\frac{cx^3}{6}+C$, dove la costante è nulla, facendosi $X=o$. Ora lo sferoide eguaglia la porzione sferica, più il cilindro dell' altezza $r-x$, e della stessa base, la di cui solidità essendo espressa da $\frac{cy^2x}{2}$, lo sarà egualmente da $\frac{cy^2}{2}$ ($r-$) , x ch' è la sua altezza $=\frac{2cr^2x-2crx^2-crx^2}{2}+\frac{cx^3}{2}$. Dunque lo sferoide $=\frac{crx^2}{2}-\frac{cx^3}{6}+\frac{2cr^2x+crx^2cx^3}{2}=\frac{4cx^3-12crx^2-12cr^2x}{12}$; ma il gran cilindro, avendo per altezza r, è eguale $\frac{cy^2r}{2}=\frac{2cr^2x-crx^2}{2}$. Sicchè rapportando, e dividendo, sarà tal ragione.

espressa da $\frac{24cr^2x-12crx^2}{24cr^2x-24crx^2+8cx^3}$, e facendo $x=r$, sarà $=\frac{12cr^3}{8cr^3}=\frac{3}{2}$, ossia il primo al secondo solido $=3:2$, essendo nella stessa ragione la pressione intera, e la relativa, che venivano espresse dal cilindro, e dallo sferoide.

Se in vece di una sfera, si opponesse un cilindro della stessa base all' urto, la pressione assoluta, sarebbe allora eguale alla relativa, ed espressa dal cilindro; ma si esercita contro il cerchio massimo; dunque la pressione esercitata contro il cerchio massimo, è a quella esercitata sulla semisuperficie sferica, che si applica a muovere la palla nella direzione dell' asse dell' anima $=3:2$.

Suppongasi per l' altra ipotesi, che la pressione di tutte le parti non si eserciti perpendicolarmente alla superficie del segmento, ma secondo DC, come se il fluido agisse per effetto del suo peso; sarebbe allora la forza assoluta, alla relativa $=fC^2:fS^2$, ossia descrivendo una parabola col suo vertice in C, ed il parametro $=DC$, sarebbe come $DC:pe$; ossia componendo per tutt' i punti, come lo spazio rettangolare $SCDP$, allo spazio parabolico $EpDC$, ossia dandoli la stessa base, come il solido cilindrico, nato dalla rivoluzione del rettangolo $SCDP$ attorno a DC, al solido parabolico $CEpD$ attorno

a DC. Essendo $y^2=px$ l' equazione della parabola, è $\int\frac{cy^2dx}{2}$ l' equazione de' solidi di rivoluzione, sarà il conoide parabolico, sostituendo, ed integrando eguale $\frac{cpx^2}{4}+C$, dove svanendò la costante, facendo $x=o$, diverrà eguale $\frac{cpx^2}{4}$; ma il paraboloide eguaglia il conoide, più il cilindro dell' altezza $r-x$, e quest' ultimo eguaglia $\frac{cprx-cpx^2}{2}$ sostituendo px nell' equazione $\frac{cy^2}{2}\times\overline{r-x}$. Dunque tutto il solido sarà eguale $\frac{cpx^2-2cprx-2cpx^2}{4}$; ma il gran cilindro dell' altezza $r=\frac{cy^2r}{2}=\frac{cprx}{2}$. Dunque il cilindro è al paraboloide

$$=\frac{cprx}{2}:\frac{cpx^2-2cprx-2cpx^2}{4},$$

e dividendo $=\frac{4cprx}{4cprx-2cpx^2}:1$, e facendo $x=r$ come $2:1$.

Seguirà dunque quest' ultima ragione la pressione esercitata sul cerchio massimo della palla, all' altra contro la sua semisuperficie sferica.

Noi avremo occasione da conoscere, quanto la decisione di questa quistione abbia influenza

sulla determinazione delle velocità iniziali prodotte dalla pressione della polvere accesa contro la superficie del projetto, e su quella della resistenza, che incontra quest' ultimo traversando l' aria, l' acqua, o qualunque altro mezzo.

DELLE VELOCITA' INIZIALI DELLE PALLE.

Accennammo essere la determinazione delle velocità iniziali di un projetto, il mezzo da conoscere il suo tiro massimo. Questa conoscenza ha degli oggetti più grandi ancora: il sapere le diverse velocità ne' varj punti della traettoria; le velocità residue; gli spazj descritti ec., sono cose altrettanto necessarie, quanto è vantaggioso il sapere come regolarsi nel colpire gli oggetti, e stabilire per questo le cariche da assegnarsi ne' diversi casi della guerra: non sempre i colpi forti producono de' grandi effetti, come spesso i deboli non ne producono de' piccoli.

La scelta delle cariche è molto necessaria, e questa non sarà, che il risultato delle velocità iniziali, che anderemo a determinare.

La polvere si accende, e la palla è spinta dal fondo dell' anima: quella segue la sua accensione, e questa il suo cammino. Tutte le spinte nell' anima accresceranno velocità sino ad un certo punto, e noi chiameremo velocità iniziale della palla, quella, che ha all' uscire dal pezzo.

Sarebbero varj i metodi per conoscerla; cioè o determinandone l' immersione in un bersaglio omogeneo di data resistenza , e distanza ; o rintracciando gli abbassamenti delle palle al di sotto della tangente di partenza, che noi chiameremo decomposizione della traettoria descritta dal projetto ; o usando del pendolo di Robyns , e della ruota di Pappacini; in fine con un metodo puramente geometrico , e maneggiato assolutamente col calcolo. Ce ne sarebbe anche un altro; ma noi non l' indicheremo , perchè erroneo : era falso il credere , che dalle portate si potessero ricavare le velocità iniziali, subitocchè si sono conosciuti gl' infiniti accidenti , che accompagnano questo metodo.

Noi vedremo intanto , che per la sua semplicità, ed esattezza , il quarto metodo merita la preferenza , tanto più , che non obliga a delle continue, nojose , ed incerte sperienze. Se non si avesse il suo soccorso, ci vorrebbero sicuramente de' secoli , per costruire le tavole de' tiri. Qui gli esporremo tutti , per farne conoscere l' uniformità , e gli usi.

Usando del metodo delle immerzioni in bersagli omogenei . Si tirano de' colpi contro di questi ; si misurano le immersioni delle palle dello stesso calibro , e se ne prende la media per un esattezza maggiore. Ricorrendo alla formola

delle immersioni, che noi stabiliremo nell' articolo degli effetti delle palle ne' varj usi della guerra, si rileverà, che le velocità u sono proporzionali $\sqrt{\frac{i}{gD}}$, chiamando i l' immersione, g la gravità specifica del projetto, D il suo diametro. Conoscendosi dunque la velocità iniziale di una palla, si conosceranno le altre, facendosi $u : u' = \sqrt{\frac{i}{gD}} : \sqrt{\frac{i'}{g'D'}}$, ed $u' = \sqrt{\frac{i'gD}{ig'D}} \cdot u$.

Se dunque col mezzo di una palla di piombo di 0, 042 piedi di diametro; della gravità specifica di *10033, 8 : 1* all' aria naturale; dell' immersione di 2 piedi; e della velocità iniziale di 1200 piedi, voglia trovarsi la velocità di una palla da 24, di 0, 46 piedi di diametro; di 6046, 9 di gravità specifica, e di sette piedi d' immersione; si vedrà questa corrispondere ad $u' = 875$ piedi.

Un altro metodo di determinare la velocità, è quello di decomporre la tracttoria nello spazio, che avrebbe corso orizontalmente il projetto equabilmente, non sollecitato dalla gravità, e la parte verticale, che nel tempo stesso avrebbe fatto descriverli la gravità.

Per ottenere da questo sperimento il massimo grado di esattezza, si ponga il cannone orizontale; si situi su di una spianata perfetta,

e si diriga ad un bersaglio, posto ad una convenevole distanza dalla sua bocca, e tale da potersi ottenere un piccolo abbassamento di gravità.

Sia *AB* il cannone, *ND* il bersaglio, e *CD* la distanza verticale dal punto, che trovasi nel prolungamento dell' asse dell' anima, ed il centro del buco lasciato dalla palla.

Il tempo, che avrebbe impiegato la palla nel descrivere equabilmente *AC*, eguaglia quello, che impiega nel percorrere *CD*, ch' è espresso da $\frac{\sqrt{CD}}{\sqrt{15,1}}$. La palla però non esce mai dal cannone secondo la direzione dell' asse dell' anima, ma con un angolo di partenza, talvolta superiore, e talora inferiore all' asse suddetto, come appresso dimostreremo; non bisognerà dunque calcolare per la direzione, e per la quantità del corso della palla la linea *AC*, ma bensì *AM*; e quindi per lo spazio verticale descritto nel tempo stesso, non già *CD*, ma *MD*, composta dalle due *CD*, *MC* se cade sotto l'orizonte, o pure *MD* differenza delle due *MC*, *CD*, se cade sopra.

Di queste, la prima ci si fa nota moltiplicando la distanza orizontale *AC* per la tangente dell' angolo *MAC*, e l' altra colla livellazione. (*Fig. 8.*).

Per trovarsi l' angolo *MAC*, e quindi la sua tangente, si ponga alla distanza di 24 piedi dal-

la bocca del cannone, una plancia di legno verticale, e si misuri, di quanto la palla si è sollevata, o abbassata dal punto, in cui il prolungamento dell' asse dell' anima, incontra la plancia suddetta. Essendo la tangente dell' angolo di partenza, eguale alla piccola verticale, divisa per l' orizontale, ossia per 24 piedi; si avrà con questo ritrovato, non solo l' angolo di partenza, ma la sua tangente *MC*, corrispondente alla gran distanza *AC*.

Abbia colpito la palla nel primo bersaglio a 20 piedi, di 0, 1 di piede al di sopra del prolungamento dell' asse dell' anima: se la palla avesse seguito il suo moto per la tangente prescritta, avrebbe colpito nello stesso prolungamento nel secondo bersaglio di 0, 7 piedi; ma ha colpito sul prolungamento di 0, 4 piedi, si è dunque abbassata la palla di 0, 3 piedi nel descrivere la traettoria sino al secondo bersaglio; ed il tempo, che ha impiegato nel descrivere la curva, eguagliando l' altro, che avrebbe impiegato cadendo da 0, 3 piedi, eguaglierà 0, 1581″, essendo $1''^2 : t^2 = 15,1 : 0,3$, e per questo

$$\begin{aligned} L\,0,3 &= 9,4771213 \\ Com: 15,1 &= 8,8210231 \\ \hline Lt^2 &= 8,2981444 \\ Lt &= 9,1990722, \text{ il numero è} \\ t &= 0,1581''. \end{aligned}$$

Ma $c = \frac{b^{ax}-1}{at}$. (secondo sarà dimostrato nella teoria de' tiri). Dunque essendo $x=140$ piedi; sarà $x \times \frac{9}{52841, \text{ec.}} = \frac{1260}{52841, \text{ec.}}$. Sicchè

$L\ 1260 = 3,1003705$

Com : denom. $= 5,2770259$

$8,3773964$

Com : $2,3025 = 9,6377844$

$8,0151808$, il numero è

$0,01035$, il numero è

$1,024$. Si tolga l' unità

$0,024$, il logaritmo è

$8,3802112$

$L\ a = 3,7344295$

Com : $t = 0,8009278$

$L\ c = 2,9155685$, il numero è

$c = 823,3$.

Sarà dunque 823, 3 piedi, la velocità della palla trovata col metodo degli abbassamenti, di cui abbiamo usato in tutte le sperienze delle scuole.

Consiste la determinazione delle velocità col pendolo di Robyns, nel dirigere i tiri di un arme contro di un pendolo mobilissimo nel suo asse di sospensione, di modo che penetrando la palla nel pendolo, questo descriva per l'urto, un arco di cerchio. La sua distanza dalla bocca del

pezzo dev'essere la più piccola, per ischivare gli effetti della resistenza dell' aria, ma non a segno da fare, che 'l pendolo riceva nel moto un aumento prodotto dal settore di esplosione. È dunque la sua distanza fissata fra i 17, e 24 piedi.

Dalla corda di quest' arco; dal peso della palla; da quello del pendolo; e dai suoi centri di gravità, e di oscillazione, si conoscerà la velocità assoluta, colla quale la palla urta il pendolo.

Volendo fare uso delle palle da schioppo, od altri piccoli calibri in questo pendolo, bisogna, che l' asse di sospensione AB sia lungo un piede, ed il pendolo ad angoli retti con questo. Si sovrappone con viti un pezzo di legno parallelepipedo di $\frac{3}{4}$ di piede alla sua plancia di ferro, e questo affin di permettere, che le palle restino nel pendolo, e non ne tocchino il ferro. Una capra lo sostiene, ed i due buchi A, e B permettono la sua oscillazione. Un pezzo di legno FH, con un canaletto di color bianco FH, sarà col moto del pendolo segnato dal pennello F in nero, per conseguenza dell'arco descritto dal pendolo per l'urto della palla: il canaletto è un arco di cerchio concavo verso il pendolo, e nel piano verticale di questo, descritto con un raggio eguale alla lunghezza del pendolo col pennello aggiunto. Robyns si serviva di un na-

stro, il quale marcava con minore esattezza la corda dell' arco suddetto. (*Fig. 7.*)

Per fare uso di questa macchina, si cerchi di sapere il peso del pendolo colla palla immersa dopo dell' urto: si determini posteriormente tanto il suo centro di gravità, che l' altro di oscillazione, chiamando P il peso totale del pendolo composto, g la distanza dal centro di gravità all' asse di sospensione, ed h l' altra dall' asse stesso al centro di oscillazione.

È chiaro per le leggi del moto, che la quantità di moto prima dell' urto di due corpi, eguaglia l' altra dopo dell' urto. Il pendolo non ha alcun moto prima, che la palla vi s' immerga, e dopo l' immersione di questa, il moto è solo del pendolo colla palla immersa. Dunque per l' eguaglianza di tali moti, la velocità richiesta della palla, sarà un quarto proporzionale, dopo il suo peso, il momento d' inerzia del pendolo colla palla immersa (che ne' moti oscillatorj ha luogo di peso del corpo), e la velocità di quest' ultimo, ch' eguaglia quella del suo centro di oscillazione. Di queste tre grandezze le due prime sono cognite, e la terza lo diviene ben presto colla conoscenza, della corda dell' arco descritto dal centro di oscillazione del pendolo nel suo moto, che determina il seno verso dell' arco stesso.

Chiamando r la lunghezza intera del pen-

dolo, o la corda dell' arco descritto dall' estremo del suo pennello; sarà $r : c = h : \frac{ch}{r}$ la corda richiesta, ed il seno verso dell' arco $= \frac{c^2h}{2r^2}$. Ora essendo la velocità del pendolo nel descrivere l' arco, eguale a quella, che acquista il corpo naturalmente cadendo pel suo suo verso verticale; ed essendo le velocità ne' moti equabilmente accelerati come le radici degli spazj; sarà $\sqrt{15,1} : \sqrt{\frac{c^2h}{2r^2}} = 30,2 : \frac{30,2\sqrt{\frac{c^2h}{2r^2}}}{\sqrt{15,1}}$, per la velocità acquistata dal pendolo, partendo per descrivere l' arco. Ma la quantità di moto del pendolo eguaglia il suo momento d' inerzia, nella velocità già segnata, ed il momento d' inerzia eguagliando il prodotto del suo peso per la distanza dall' asse di sospensione ai centri di gravità, e di oscillazione, eguaglia Pgh. Dunque $\frac{Pgh \times 30,2\sqrt{\frac{c^2h}{2r^2}}}{\sqrt{15,1}}$ sarà il moto $= \frac{Pghc}{r} \cdot \sqrt{30,2 . h} = Qu$, chiamando Q, ed u il peso, e la velocità della palla; ed $u = \frac{Pghc}{Qr} \cdot \sqrt{30,2 . h}$.

*

Per darne un esempio, sia $P=56$ libre, $Q=12$ libre, $g=4$ piedi, $c=5\frac{1}{2}$ piedi, $r=6$ piedi, $h=5$ piedi; sarà $u=1275$ piedi a secondo.

Si vede bene, che i valori di P, g, h debbono variare in ogni tiro, essendo dopo l'immersione delle nuove palle nel pendolo, necessariamente cambiate le posizioni de' centri di gravità, e di oscillazione, come anche la lunghezza della corda dell' arco descritto da quest' ultimo.

Si calcolano regolarmente con questo pendolo le velocità delle palle di piccolo calibro. Si dovrebbe per esperimentare quelle di grosso calibro, fare tutto il masso del pendolo di piombo; il legno di qualunque regolare doppiezza non resiste a quest' urto.

La macchina de'Pappacini è una ruota orizontale, che ha una zona, o fascia di carta cilindrica, che inviluppa la sua base in $o, 66$ piedi di altezza. Essa gira attorno di un perno coll' azione di contro pesi molto potenti, o coll'ajuto di un altro qualunque mezzo, che possa comunicare alla ruota un rapidissimo giro, uniforme, e scevro da sbalzi. Un' arme da fuoco, sita orizontalmente, e nella direzione del diametro della ruota, tira contro la zona di carta. Un bersaglio al di là della ruota, e nel prolungamento del diametro suddetto, riceverà le palle, che forano la carta. I due buchi, che farà la palla

non saranno certamente in un diametro , ma in una corda del cerchio , giacchè la ruota gira , mentrecchè la palla ne percorre il diametro. Il tempo impiegato dalla palla nel descrivere tale diametro, eguaglierà quello, che ha impiegato la ruota nel descrivere il piccolo arco di differenza.

Fissata l' uniformità nel movimento della ruota , e conosciuto il tempo di una sua rivoluzione , mercè di una linguetta , che muove un pendolo , che marca nell' indice il numero de' giri della ruota , si conoscerà altresì il tempo impiegato a descrivere l' arco, ossia quello della palla nel percorrere il diametro. Si chiami a quest' effetto D il diametro della ruota , c la sua circonferenza , t il tempo , che impiega la ruota nel compiere un giro , m lo spazio corso da un punto della ruota , mentrecchè la palla ne corre il diametro ; sarà $m : D = c : \frac{Dc}{m}$ lo spazio , che corre la palla uniformemente , mentre la ruota fa un giro intero. Dunque il tempo impiegato dalla palla nel descrivere $\frac{Dc}{m} : t'' = \frac{Dc}{m}$: quarto proporzionale; ossia $t : t'' = \frac{Dc}{m} : \frac{Dc}{mt} = u$; cioè alla velocità iniziale , o allo spazio descritto dalla palla in t''.

Supposto , com' è regolarmente nella macchina suddetta , ridotta al moto equabile , che

$t=0$, $6''$, $D=6$ piedi ; sarà $u=\frac{3690}{21m}$. Se dunque il valore di m si esprima in piedi, il valore della velocità iniziale in $1''$ lo sarà egualmente. Sia $m=0$, 25 piedi; sarà $u=754$, 28 piedi.

Il quarto metodo finalmente è tutto derivante dal calcolo. Noi lo paragoneremo a quello degli abbassamenti, tanto usato nelle scuole, e colla massima precisione desiderabile, per conoscere se vi si possa avere tutta la fiducia possibile.

Se l' accensione della polvere fosse istantanea, e non dovesse considerarsi la lunghezza dell' anima nella quale succede il suo sviluppo, essendo la forza riguardata nello spazio, ossia $fs=\frac{mc^2}{2}$, sarebbe la carica direttamente come il quadrato della velocità impressa alla palla, e semplicemente come il peso di quest' ultima. Chiamando dunque c la carica, p il peso della palla, ed u la sua velocità, la formola $fs=\frac{mc^2}{2}$, tradotta in $u^2=\frac{c}{p}$, essendo s, e 2 costanti, avrebbe tutto il suo vigore. Sarebbero quindi le velocità come le radici delle cariche della stessa qualità, supponendo la stessa palla, e s' imprimerebbero colla stessa carica, a due projetti di vario calibro, delle velocità, reciprocamente pro-

porzionali alle radici de' loro pesi. Ma questa ipotesi è smentita dal fatto, e non ha vigore al più, che nelle cariche, la di cui altezza non eccede i loro diametri.

Bisognerà per questo, che l' esperienza ajuti la teoria, facendoci conoscere se si possa, e fino a qual punto, usare francamente de' metodi geometrici. Noi cercheremo dunque di trovare una formola per le velocità, qualunque sia la quantità della polvere, di cui si carica un pezzo di artiglieria, affin di evitare i lunghi saggi, che apporterebbe l'uso delle macchine per misurarle.

Conoscendosi, che le attività delle polveri, sono come le portate del globo del provetto, egualmente, che come i quadrati delle velocità impresse al mobile, si conoscerà, che le velocità debbano seguire la ragione delle radici delle portate suddette, in cannoni caricati colla stessa quantità di polvere, ma della stessa qualità.

Se noi dunque perverremo a stabilire una formola, che fissi le diverse velocità delle polveri della stessa qualità, e di diversa quantità, riunendo la prima conoscenza alla seconda, formeremo senza imbarazzo delle tavole, che marcheranno le velocità risultanti da tutte le diverse quantità, e qualità delle polveri in uso.

Il Sig. Euler, ha creduto di dare su questo proposito una bella formola, perla determinazione delle velocità prodotte dalle cariche, dato il ca-

libro, la lunghezza dell' anima, ed il peso della polvere; ma essendo questo un puro parto dell' accensione istantanea, nè calcolandos'in essa l'elasticità della polvere, che varia, al variare della sua qualità; i risultati non potevano corrispondere ai fatti, e noi saremo costretti di non abbracciarla (7).

(7) Nella formola data da Euler

$$v = \sqrt{\frac{60,4 \times 62199 Q}{2P+Q} \times L \frac{52\, i\, P - 123 Q}{123 Q}}$$

rappresenta i la lunghezza dell' anima in calibri, P il peso della palla, Q quello della carica, L un logaritmo iperbolico. Per farne un applicazione, supponghiamo un pezzo da 12 di campagna, il quale ha 16 calibri di lunghezza; che sia carico di 2 libre di polvere. Dunque $i = 16$. $Q = \frac{P}{6}$. Sostitueodo i valori nella formola, essa diverrà $u = \sqrt{\frac{60,4 \times 124398}{23} \cdot L \frac{9738}{246}}$. Per trovare il valore di u, si facci coi logaritmi la seguente operazione

$L\, 9738 = 3,9884698$
$Com: 246 = 7,6090649$
$1,5975347$, il logaritmo è
$0,2033049$
$L\, 2,3025851 = 0,3622157$
$L.\, 124398 = 5,0947711$
$Com: 23 = 8,6382722$
$L\, 60,4 = 1,7810369$
$6,0793008$, la meta è
$3,0396504$, il numero è
$u = 1095$ piedi.

Noi vedremo pertanto , che nella formola , che saremo per istabilire, i risultati saranno più approssimanti al fatto , e quindi applicabili alla teoria de' tiri.

Sia la lunghezza del cannone $=a$; quella occupata dalla sua carica $=b$; il diametro della palla $=d$; la sua gravità specifica $=n$ (essendo $=1$ quella dell'acqua distillata). Sia dippiù m l'elasticità della polvere nello spazio b, rispetto a quella dell'aria atmosferica.

Sia x una distanza al di là di b, e sia la velocità della palla in tal punto, eguale a quella di un corpo liberamente cadente per l'altezza v. Sarà la pressione nello spazio grande, all'altra nello spazio piccolo $=b:b+x$; ma quella nello spazio $b=m$; dunque l'altra nello spazio $b+x=\frac{mb}{b+x}$ (essendo $m : y=b+x : b$, e l'incognita $y=\frac{mb}{b+x}$).
Dunque la pressione della polvere in quest' ultimo spazio sarà a quella dell' aria atmosferica

---

Sarà dunque 1095 piedi la velocità, qualunque sia l' elasticità della polvere. Se p. e. sia questa risultata da quella di 90 tese ; con quella di 140 tese , dovrebb' essere quasi di 1374 piedi , velocità molto diversa dalla prima. La disparità de' risultati basta a farci conoscere di non doverne fare uso.

Ma la forza riguardata nello spazio è proporzione al quadrato della velocità, o all'altezza da cui cadendo il grave l'acquista; dunque prendendo gli elementi, sarà $dv = \frac{48mb}{nd(b+x)} \cdot dx$. Integrando $v = \frac{48mb}{nd} \cdot L(b+x) + C$. Eguagliando x a o; sarà $\frac{48mb}{nd} \cdot Lb + C = 0$. Dunque $c = -\frac{48mb}{nd} \cdot Lb$. Sostituendo si avrà $v = \frac{48mb}{nd} \cdot L(b+x) - \frac{48mb}{nd} \cdot Lb$; ossia $\frac{48mb}{nd} \cdot [L(b+x) - Lb]$; e facendo x eguale allo spazio sino alla bocca del pezzo, sarà $b+x=a$, ed $v = \frac{48mb}{nd}(La - Lb) = \frac{48mb}{nd} \cdot L\frac{a}{b}$. Ma chiamando c la velocità, $v = \frac{c^2}{60,4}$. Dunque $c = \sqrt{\frac{48mb}{nd} \cdot L\frac{a}{b} \times 60,4}$.

Precediamo l' applicazione con una tavola indispensabile alla riuscita

TAVOLA.

Calibri	Diametro delle palle.	Peso delle cariche.	Altezza delle cariche	Lungh. dell' anima.
	Piedi.	*Libre.*	*Piedi.*	*Piedi.*
24	0,46	8	0,753	9,506
16	0,401	$5\frac{1}{3}$	0,666	8,287
12	0,365	4	0,6	5,84
4	0,253	$1\frac{1}{3}$	0,47	4,048

Esempio 1.° Sia una palla da 24 spinta da 8 libre di polvere della qualità di 105 tese; sarà $m=1008$, $b=0,753$, $d=0,46$, $a=9,506$, $n=7,114$. Si facci coi logaritmi la seguente operazione.

$L\,a=0,9779978$
$Com: b=0,1232050$
$1,1012028$, il logaritmo è
$0,0417873$
$L, 2,3025851=0,3622157$
$L\,60,4=1,7810369$
$L\,48 \;=1,6812412$
$L\,m \;=3,0034605$
$L\,b \;=9,8767950$
$Com: n=9,1478861$
$Com: d=0,2372422$
$6,2316649$, la metà è
$3,1158324$, il numero è
$c=1305,66$ piedi, velocità

minore di quella marcata dalle tavole di Lombard di 0,34 piedi ; quantità disprezzabile , o che diviene ancora più piccola , rapportandola al pezzo francese , su di cui furono costruite le tavole , di cui si parla , e che ha una lunghezza minore di 0,006 piedi , rispetto a quella delle nostre costruzioni (9).

---

(9) Ma si otterrà sempre la stessa velocità dalla stessa carica, variando la distanza della palla dalla carica ? No ; le velocita saranno diverse ; massima sarà quella della palla unita alla carica ; minima l' altra di quella , che poco se ne discosta , e la scala di gradazione , procederà dalla bocca del pezzo, alla più piccola distanza verso la carica.

La cagione di questo fenomeno, che sembra straordinario , e i di cui effetti molto si oppongono a ciò , che rapporta Euler ne' Commentarj di Robyns, è molto chiara. Noi lo dimostreremo, e le sperienze posteriormente da noi stessi eseguite, metteranno il suggello alla nostra assertiva.

Se fosse la carica tradotta in un subito in fluido elastico , e che nell' anima del pezzo vi esistesse il vuoto perfetto, saremmo sicuri, che l' effetto della polvere contro la palla, essendo una percossa , e non già una pressione , ed agendo con maggior vigore crescendo le distanze, la palla avrebbe la massima spinta, e quindi sarebbe animata dalla massima velocità alla bocca del pezzo , e dalla minima accosto alla carica. Ma la polvere accendendosi successivamente , e nell'anima del pezzo esistendovi l'aria, ne risulta , che quanto maggiore sarà la distanza della palla dalla carica, tanto più grande dev' essere la parte, che dalla stessa si accende , per ridurre nel più piccolo volu-

Esempio 2.° Sia una palla da 4, spinta da

me, la colonna d'aria interposta. Quindi la scala delle pressioni, procederà dal molto al poco, dalla bocca del pezzo al sito vicino alla carica. Se poi la palla fosse attaccata alla carica, svanendo totalmente la colonna d'aria intermedia, e la polvere accesa, fin dal primo istante del suo sviluppo, esercitando la sua ripetuta azione sulla palla, la velocità, che l'imprimerà sarà la maggiore di tutte le altre, perchè la palla correndo in tale caso il massimo spazio, sempre accompagnata dalle successive spinte, ha avuto il tempo maggiore per riceverle tutte.

Esperienze fatte per determinare la scala delle velocità risultanti nelle palle discoste dalle cariche, e paragonate a quella della palla unita alla carica.

	Piedi.
Cannone da 4, polvere in cartuccio di carta libra 1 ¾, senza tappi. Distanza dal primo bersaglio di pioppo di due linee di doppiezza .	24
Distanza della bocca al secondo bersaglio. . .	124
Lunghezza dell' anima del cannone.	4,048
Altezza della carica	0,47
Qualità della polvere 95 tese, ossia $m=911,9$.	
Primo tiro.	
1. Palla discosta dalla carica.	1,19
2. Tangente dell' angolo di partenza superiore nel primo bersaglio	0,037
3. Ha colpito la palla sotto il prolungamento dell' asse del pezzo nel secondo bersaglio. .	0,379
4. Abbassamento della palla nel secondo bersaglio al di sotto della tangente di partenza della palla	0,569
5. Velocità della palla	650,2

1 ½ libra di polvere, e della qualità di 95 tese. Sarà $m=911,9$; $b=0,47$; $d=0,253$; $a=4,048$. Si faccia coi logaritmi la solita applicazione.

$$L\,60,4=1,7810369$$
$$L\,48\;=1,6812412$$
$$L\,m\;=2,9599472$$
$$L\,b\;=9,6720979$$
$$Com.\;n=9,1478861$$
$$Com.\;d=0,5968795$$

$L.L\frac{a}{b}$ ridot. ad iperb. $=0,3330738$

6,1721626, la metà è
3,0860813, il numero è
$c=1220$ piedi a secondo, che

Secondo tiro.	*Piedi.*
1. *Idem* del numero 1. antecedente tiro . . .	2,317
2. *Idem*, *idem*	0,034
3. *Idem*, *idem*	0,228
4. *Idem*, *idem*	0,4
5. *Idem*, *idem*	769,6
Terzo tiro.	
1. *Idem*, *idem*	0,369
2. *Idem*, *idem*	0,02
3. *Idem*, *idem*	0,692
4. *Idem*, *idem*	0,8
5. *Idem*, *idem*	548,5

non differisce, che di 7 piedi dal risultato, che sotto gl' istessi dati si è ottenuto nelle scuole, col metodo degli abbassamenti, e quì appresso marcato nella velocità del 4.° tiro. Abbiamo dunque il massimo grado di assicurazione dal nostro metodo geometrico, tanto più, che dividendo gli errori, non ha per esso, che la sola differenza di 3 in 4 piedi, su di una velocità così grande di 1227 piedi.

Un uffiziale di artiglieria, che spesso in campagna non può misurare le velocità delle palle colle formole, che abbiamo stabilite, per non avere nè le tavole logaritmiche, nè il tempo da potere molto calcolare, può ben servirsi di qualche altro metodo pratico per venirne a fine. Se egli ha un orologio a secondi si situerà in qualunque punto della campagna fuori della direzione della sua batteria, o contro di qualunque altro luogo, a cui tirano i cannoni di quest' ultima

---

Quarto tiro.	*Piedi.*
1. *Idem, idem*	0,0
2. *Idem, idem*	0,0277
3. *Idem, idem*	0,258
4. *Idem, idem*	0,78
* 5. *Idem, idem*.	1227

L' Esperienza delle scuole ha decisivamente provato ciò, che il nostro raziocinio aveva preveduto.

Si procurerà colla conoscenza del tempo, che impiega il suono nel descrivere uno spazio, quella dello spazio stesso, e coll' altra di una parallela ideale alla distanza inaccessibile fra la batteria, e l' oggetto, l' altra della distanza fra questi due punti. Essendo $v=\frac{s}{t}$ (non potendosi calcolare sulla solita esatta formola di $c=\frac{6''x-1}{at}$, perchè si manca di mezzi per ipotesi, e perchè ancora si richiede sommariamente un approssimazione di campagna), ed essendo cognite s, e t, la prima per ciò, che abbiamo detto, e la seconda pel numero de' secondi decorsi fra il lampo, e'l colpo contro dell' oggetto visibile, si conoscerà u, ossia la velocità della palla.

Se poi non si abbià un orologio a secondi, si vada nella campagna scegliendo il punto C (*Fig. W*), dal quale si vegga giungere il colpo da A in B nell' istesso tempo, che si sente il rumore del colpo tirato da A. Allora essendo il tempo per AC eguale a quello per AB, ed essendo il tempo per $AC=\frac{AC}{137\text{tese}}$ (giacchè 173 tese è la velocità del suono), la velocità della palla in A, eguagliando $\frac{s}{t}$, eguaglierà $AB:\frac{AC}{173}=\frac{173AB}{AC}$. Se dunque $AB=300$ tese, ed AC egua-

gli 250 tese ; sarà $u=207,6$ tese $=1245,7$ piedi. E supponendo curvilineo lo spazio AB, sarebbe la sua vera espressione 302 tese pressocchè, in vece di 300, locchè non induce ad alcuna variazione sensibile ne' risultati, o sempre almeno da potersi mettere il suo spazio rettificato, nel valore di AB.

Ritorniamo alla formola

$$c=\sqrt{\frac{60,4\times48mb}{nd}\cdot L\frac{a}{b}},$$

esprimendosi in questa per m l' elasticità della polvere, nè avendo noi costume di esprimerla, che per mezzo delle portate dal globo del provetto, che in nessun conto si potevano soggettare al calcolo della formola accennata; così trovandos' il valore di $m=\frac{ndc^2}{60,4\times48b\,.\,L\frac{a}{b}}$, con sostituire per c le diverse velocità, ottenute dalle varie qualità di polvere, relative alle portate corrispondenti, ottenute nel globo del provetto, si otterranno per m i rispettivi valori dell' elasticità delle stesse. Se dunque, come si è osservato altrove, alla polvere, che nella portata del provetto di 104 tese, li corrisponde l' elasticità di $999,1:1$; corrisponderà all' altra di 90 tese quella di 864 (essendo 1300, e 1209, le due diverse velocità della palla da 24, spinta da 8 libre di polvere delle due qualità marcate). Una

tavola formata in conseguenza di questo principio, e già accennata da noi, darà alle applicazioni delle formole della Teoria de' tiri quella semplicità, che avremmo in vano cercata altrove, ed un metodo facile per l' elasticità delle polveri, senza la conoscenza della portata del globo del provetto, ma semplicemente con quella della velocità ottenuta da una sperienza; vantaggio, inapprezzabile nella pratica delle scuole

Applicando nella formola $m = \frac{ndc^2}{60,4 \times 48b \,.\, L\frac{a}{b}}$

successivamente per n, d, a, b, i valori trovati nel pezzo da 24 con 8 libre di polvere, e per c, le velocità *1209*, *1242*, *1275*, *1300*, *1306*, *1337*, *1367*, *1396*, *1425*, *1453*, *1481*, *1508* appartenenti alle qualità, che danno al globo del provetto le portate di *90*, *95*, *100*, *104*, *105*, *110*, *115*, *120*, *125*, *130*, *135*, *140* tese, si rinverranno i valori corrispondenti dell' elasticità di m. La tavola seguente li marca colla massima esattezza.

TAVOLA.

Portate del globo del projetto	Velocità nel pezzo da 24 con 8 libre	Valori di m	Portate del globo del projetto	Velocità nel pezzo da 24, con 8 libre	Valori di m
Tese	*Piedi*		*Tese*	*Piedi*	
90	1209	864,1	115	1367	1104
95	1242	911,9	120	1396	1152
100	1275	961,2	125	1425	1200
104	1300	999	130	1453	1257
105	1306	1008	135	1481	1296
110	1337	1056	140	1508	1344

Dalle molte sperienze si è rilevato, che la velocità della stessa carica nella stessa arme da fuoco, nelle temperature, secca, media, e piena di vapori dell' atmosfera, seguivano la ragione approssimante di 1085, 1030, 950; e che si poteva in conseguenza sempre conoscere la velocità, che una carica in un arme di dato calibro, imprimeva al projetto, in qualunque stato dell' atmosfera, conoscendosi la velocità in uno de' suoi stati, ritrovando un quarto proporzionale, dopo due delle tre grandezze marcate di sopra, ed u, velocità appartenente ad uno stato qualunque dell' atmosfera. Che la polvere di guerra a grana fina, è la più vantaggiosa combinazione, che possa ottenersi dalla proporzione, e dalla gran-

dezza de' granelli. Che le differenze de' tiri della stessa quantità, e qualità di polvere, erano quasi zero ne' tempi molto umidi; che importavano l'uno, e mezzo per cento nello stato mezzano dell' atmosfera; e che giungevano quasi al 4 per 100 nel tempo molto secco.

DELLA RESISTENZA, CHE OPPONE L' ARIA AL CORSO DE' PROJETTI: TRAETTORIA IN ESSA DESCRITTA.

La densità dell'acqua, è a quella dell'aria $= 850 : 1$ secondo i calcoli di Newton. Sarà per questo da credersi, che divenendo piccolissima la densità di quest' ultima, un corpo traversandola non ne incontri una resistenza sensibile? Non solo le sperienze fatte in tutt' i luoghi, e ripetute in ogni tempo, hanno concordemente confermato la verità di questo fatto; ma con una sorpresa anche maggiore di qualunque assegnabile, hanno fatto vedere, che questa era grandissima, producendo delle prodigiose variazioni sulle portate calcolate nel vuoto. Sono giunte le portate ad essere 23 volte minori di quelle, che dava la palla nel vuoto, per le piccole armi, ossia per le carabine, e schioppi; da 10, fino a 13 volte minori nelle spingarde, secondo le sperienze di Pappacini; e da 4 in 5 volte minori nelle grosse armi,

ossia ne' cannoni da 24, e 16, secondo quelle di Robyns (10).

Un projetto, che traversa l'aria v'incontra tre resistenze, che ne ritardano il suo moto, e ne diminuiscono il suo corso: 1.° la sua gravità: 2.° la resistenza dell' aria: 3.° le deviazioni fuori del piano verticale, che passa per l' asse dell' anima, prodotte dal moto di rotazione della palla. Noi esamineremo partitamente gli effetti di queste due ultime cause, trattando la meccanica con molta estenzione quei, che riguardano la prima.

L' aria è un fluido elastico di sua natura: se la sua elasticità fosse perfetta, si potrebbero ben calcolare gli effetti delle sue pressioni su i corpi, ch' essa circonda; ma questa ipotesi non si avvera, e la difficoltà di trattare queste cose diviene più seria. L' esperienza, ed il raziocinio ci fanno vedere, che l' aria, in conseguenza di questo principio, cacciata dal sito, che occupa,

---

(10) Questo si ricava dall' osservare, che il cannone da 16 per esempio a 45°, ha dato nell' aria 2020 tese di ampiezza, con 1300 piedi di velocità. Paragonando questa all' altra, che avrebbe dato nel vuoto, facendo $15,1 : x = (30,2)^2 : (1300)^2$, ed $x = 27980$ piedi per lo spazio verticale di caduta, ossia per la linea di velocità, la quale essendo metà dell' ampiezza, farà, che quest' ultima eguagli 55960 piedi = 9326 tese, che divisa per 2020 da' 4,61.

vi rientra progressivamente colla velocità di 1278 piedi a secondo (11).

Il limite assegnato alla velocità dell' aria, nel rioccupare uno spazio vuoto, ci porta naturalmente a considerare ne' corpi, che la traversano due moti diversi, lento l'uno, rapido l' altro; chiamando il primo quello eseguito con una velocità minore di 1278 piedi, e'l secondo quello, che l' oltrepassa. Nel primo càso il corpo incontrerà una resistenza molto minore, che nel secondo, giacchè le parti del fluido in virtù di questa pressione, dovendosi precipitare ne' vuoti, che incontrano, eseguiranno il passaggio immediatamente, ed una parte del fluido, che il corpo incontra nella direzione del suo urto, tornerà a girare il corpo, e da questo costante riflusso si ristabilirà quell' equilibrio, che il corpo cerca di distruggere in ogn' istante. Deve la resistenza crescere considerabilmente nel secondo

---

(11) La pressione atmosferica sostiene una colonna di acqua di *32* piedi di altezza. Sarà dunque l' altezza di questa $850 \times 32 = 27200$ piedi (essendo $850 ; 1$ il rapporto delle rispettive gravità specifiche). La velocità dovuta a quest' altezza, ossia quella con cui l' aria si muove per rioccupare uno spazio vuoto, sarà eguale a $\sqrt{\frac{27200 \times 912,04}{15,1}}$ (essendo le velocità, come le radici degli spazj) ossia $30,2 : \sqrt{15,1} = v : \sqrt{27700}$, ed $v = 1278$.

caso , quando cioè il corpo si muove con tanta velocità , che 'l fluido non possa rioccupare immediatamente il vuoto , che vi lascia dietro. Il corpo in tal caso non sarà sostenuto dalla pressione del fluido , che situato dietro di esso bilancerebbe in qualche modo la resistenza , e sosterrebbe una parte del peso della colonna del fluido , che preme nella sua parte d' avanti. Che si aggiunga a tutto questo il moto comunicato alle parti del fluido , che per essere più lontane , sono meno affette dalla compressione , e perciò meno obligate di cedere secondo la direzione marcata dal corpo , per cui il fluido maggiormente affluisce il tal parte.

La resistenza incontrata dal corpo nel fluido ne' moti lenti , segue la ragione del quadrato della sua velocità , e quella del triplo quadrato ne' moti rapidi , da 1278 piedi , cioè a 1700 , oltrepassato il quale, va anche al di là. Non sarà da credersi pertanto , che la ragione del triplo quadrato sia costante in tutt'i moti rapidi; essa varia ancora aumentando , allorchè si accosta a 1700 piedi, e diminuendo quando se ne discosta.

Basta per dimostrare la prima verità di ricordarsi , che tanto è il supporre il fluido in riposo , e 'l corpo in moto , che reciprocamente ; e che la pressione , ch' esercita un fluido su di un solido, o la resistenza, che si oppone da quello a quest' ultimo , eguaglia la colonna di fluido ,

che ha per base la superficie premuta, e per altezza quella linea, da cui cadendo il grave, acquisterebbe la velocità di percossa. Saranno dunque nella ragione di queste altezze, o dei quadrati delle velocità, acquistate per esse, o di quelle, che hanno traversando il fluido, le resistenze incontrate dall' istesso corpo con diverse velocità.

Secondo questo principio una palla di piombo di 9 linee di diametro, del peso di $\frac{1}{12}$ di libra, che traversa l'aria con 1190 piedi di velocità, soffrirà una pressione, supposta l'aria priva di elasticità, eguale a tre libre, meno quattro grossi, potendosi questa resistenza portare sino a tre libre e $\frac{1}{3}$, dati all' aria alcuni gradi di elasticità, che ne aumentino la sua pressione. Ma Robyns ha provato colle sperienze, che la stessa palla, traversando l'aria con 1670 piedi di velocità, per lo spazio di 50 piedi, in due minuti terzi, perdendo 120 piedi di velocità, perdeva il moto di $120 \times \frac{1}{12}$, ossia incontrava nell' aria una resistenza 120 volte il suo peso, ossia 10 libre; essendo dunque ne' moti rapidi, la resistenza tripla di quella incontrata ne' moti lenti, essendo 10 triplo di $3\frac{1}{3}$, seguirà la ragione del

triplo quadrato della velocità, se questa segue semplicemente l'altra del quadrato stesso.

Dopo l'esposizione delle cause, che influiscono al ritardo del moto ne' corpi, che traversano l'aria, ogni sbalzo in resistenza, non recherà più sorpresa, essendo una conseguenza della natura dello stato, che affetta particolarmente l'atmosfera.

Chiamando r il raggio di qualunque palla, g' la sua gravità specifica, g quella dell'atmosfera, h l'altezza dovuta alla velocità di pressione, ed $1:c$ il rapporto del diametro alla circonferenza; sarà $\frac{cr^2hg}{2}$ la pressione, e $\frac{4r^3cg'}{3}$ il peso della palla. Quindi dividendo la pressione pel peso, sarà l'efficacia della resistenza ne' moti lenti $= \frac{3hg}{8rg'} : 1$, e ne' moti rapidi $= \frac{9hg}{8rg'} : 1$.

Dall'applicazione de' valori in siffatta formola, si rileverà, perchè le resistenze delle palle da 24, e 16, con 1608 piedi di velocità, la massima, che li viene assegnata, sieno ai pesi delle rispettive palle, come $34, 50 : 1$, e $39, 8 : 1$; e le altre che incontrano le palle da 12, e 4, con 1530 piedi di velocità sieno $= 39,66 : 1$, e $57, 5 : 1$.

Dalla formola $\frac{9gh}{8rg'}$, ridotta a $\frac{3gh}{8g'r}$ ne' moti lenti, si ricavano le seguenti conseguenze:

1.° ch' esposti due projetti al moto, le efficacie delle resistenze, ossia gli effetti, ch' esse producono in ogn' istante, sono nella ragione inversa de' loro diametri, se alla stessa densità dell' aria, essi oppongano la stessa velocità, e gravità: 2.° nell'inversa delle gravità, o pesi, se sieno eguali le densità dell' aria, le velocità, ed i calibri: 3.° nella duplicata delle velocità, se ad eguali calibri corrispondano eguali gravità, e densità d' aria: 4.° finalmente nella ragion composta dall' inversa delle gravità, e dall' inversa de' calibri, essendo la densisà dell' aria costante, ed eguali le velocità. Diviene infatti la formola nella prima ipotesi $\frac{1}{r}$, nella seconda $\frac{1}{g}$; nella terza $\frac{h}{1}$, e nella quarta $\frac{1}{rg'}$.

Ricavandosi dalla prima formola già segnata, che le resistenze incontrate da projetti nell' aria, sono reciprocamente come i di loro calibri, o reciprocamente come le loro gravità specifiche nella seconda, in cui sono eguali i calibri; ne nasce per la prima, che la palla di maggior calibro, se esce dalla bocca del pezzo colla stessa velocità dell' altra di un calibro minore, debba perdere minore velocità in ciascun punto del suo corso, che l' altra; e restarli così una velocità maggiore; locchè produce al fine del suo moto non solo un moto maggiore, ma una maggior

portata ; e per la seconda , che le palle di una densità maggiore , debbano avere altresì una maggior portata , cose egualmente interessanti , e che l'esperienza costantemente dimostra.

Si è dimostrato , che ne' tiri orizontali , vi bisognava per produrre il tiro massimo, un maggiore sviluppo di fluido elastico in un piccolo , che in un grosso calibro, e si conoscerà ora facilmente , che nell' elevazioni , opponendosi proporzionalmente maggior resistenza dalla palla del secondo , che da quella del primo, pel suo maggior peso relativo , dovrà svilupparsi maggior quantità di fluido elastico in quest' ultimo proporzionalmente ; quindi la velocità della palla , dovrà essere maggiore , ed avrà in tal caso un vantaggio deciso sulle portate , il grande sul piccolo , oltre alle ragioni assegnate più sopra ; osservandosi ancora o restare costanti, o di poco aumentate le velocità del piccolo nell' elevazioni , mentrecchè le altre del grande, vengono sensibilmente accresciute.

Se due pezzi di vario calibro, sono caricati proporzionalmente ai pesi delle loro palle, e che gli stoppacci nell' essere proporzionalmente ricalcati, abbiano altresì i pesi nella ragione di quei delle palle , la velocità ottenuta dal più piccolo calibro, è maggiore (essendo tutt'altro eguale), per essere in quest' ultimo la resistenza proporzionalmente più grande , che nell' altro. Si sup-

ponga in fatti, che i pezzi sieno da 24, e 4; e che gli stoppacci sieno il quarto del peso delle palle rispettive; le resistenze agli sfoghi, risultanti dal peso, saranno 30 libre nel primo, e 5 libre nel secondo; ma le resistenze sono come le superficie, essendo eguali le altre circostanze, e queste ultime sono $=\overline{0,46}^2 : \overline{0,252}^2 = 0,2116 : 0,0635$, ch' esprime una ragion minore di $6 : 1$, dinotante il rapporto de' pesi delle palle; dovrà dunque esservi proporzionalmente, maggiore sviluppo di fluido elastico nel più piccolo, che nel più grande, e quindi una velocità maggiore in quello, che in questo.

Finalmente si è sempre osservato nel mezzo resistente, che il massimo angolo di elevazione per produrs' il tiro massimo, che noi abbiamo avvertito essere di $43\frac{1}{2}$ in vece di 45°, diviene semprepiù minore, in ragione della piccolezza del calibro, e della grandezza della velocità; che la curva di projezione non sia una parabola; che il suo punto più alto non corrisponde nel mezzo della sua ampiezza orizontale, essendo più prossimo al punto di caduta, che all' altro di projezione; che l' angolo di caduta è maggiore dell' altro di projezione; che i due angoli sotto dei quali si può colpire lo stesso scopo, nella stessa orizontale, non sono complemento l' uno dell'altro, il più grande differendo meno da 45°, che il più piccolo; che l' ampiezza in fine è sempre

minore, come si è altrove veduto, di quella calcolata nel vuoto, diminuendo semprepiù al crescere della velocità, e della superficie del mobile, sotto la stessa massa, come vedremo dopo.

Oltre la gravità, e la resistenza dell'aria, noi abbiamo accennato esservi una terza forza, che si oppone al moto del projetto, forza, ch'esercita la sua azione obliquamente, ed in direzione sempre variabile. Questa potenza deve frastornare la palla dalla sua direzione nel piano verticale dell' asse dell' anima, dove aveva intrapreso il suo corso, caricandolo ora a dritta, ed ora a sinistra, locchè produce naturalmente delle ineguaglianze nel moto, e nelle portate, malgrado la perfetta simiglianza di tutte le altre circostanze, che accompagnano i tiri. Io credo, che debbano particolarmente attribuirsi a questa forza, le irregolarità incontrate nella pratica dei tiri, e credute sempre un effetto della forza variabile della polvere. Si accorderà infatti indubitatamente, che una palla, o una bomba, non può uscire dall'arme, senza incontrare dell' attrito nelle pareti interne, ed acquistare per questo un moto di rotazione nel moto progressivo. Il solo vento della palla, e non già l' altra ragione proposta da Robyns, può produrre quest' effetto. Il saltellamento della palla nel piano verticale, sarà ben dimostrato, e l' angolo di partenza in tale piano non potrà negarsi, quando si riflette

al passaggio del fluido elastico pel vento della palla, che esercitando la sua forza sulla superficie della stessa, con una pressione contro la parete inferiore, produce la rotazione, ed il saltellamento, il quale infine all' uscire dalla bocca si farà o superiormente, o inferiormente. Ma per una conseguenza derivante dallo stesso principio, pel passaggio ineguale del fluido elastico pei rami laterali del vento, ed anche perchè il centro di pressione non è quasi mai nel centro di gravità del mobile, la palla dovrà al primo moto di rotazione secondo il piano verticale, aggiungere il secondo per l'orizzontale, accresciuto semprepiù dall' attrito contro la parete laterale dell' anima. Questo farà, che il centro del mobile descriverà una curva, convessa verso l' asse del pezzo, e concava verso la parete di maggior attrito; la palla dunque seguendo così, ora da un lato, ora dall'altro, avrà un aberrazione, che devia le portate in maggior ragione delle distanze a cui è tirata, essendo in parte diminuito questo suo effetto, dalla resistenza dell' aria sulla sua superficie, in vece di essere accresciuto, come pretende di dimostrarlo Robyns. In fatti, chi non comprende, che rifiutandosi alla pressione dell' aria, la parte della superficie della palla, che strofina contro la parete, debba semprepiù crescere la velocità della parte opposta, crescere quindi con essa la resistenza dell' aria

in tal parte, che ne diminuisce il moto, e quindi ne impiccolisce la rotazione laterale, che cagiona l'aberrazione ?

Se potesse determinarsi la posizione dell'asse attorno del quale si esegue questo moto di rotazione, e se quest' asse restasse fisso nella progressione del moto del projetto, si conoscerebbe la direzione della deviazione ; l' aberrazione della palla sarebbe altresì conosciuta , e la curva descritta dal mobile , sarebbe tutta da un lato del primo piano verticale. Deve dunque tutto cambiare a proporzione , che le circostanze fanno in ciascun istante variare la direzione dell' asse, rapporto a quello del pezzo.

Questa curva intanto avrà una doppia curvatura , una cioè verso l' orizontale , prodotta dalla gravità , e l' altra a dritta , o sinistra del piano verticale per l' asse , prodotta dalla causa indicata più sopra.

Si trova spesso questa curva nella superficie di un cilindro , che ha il suo asse verticale. L' aberrazione in fatti non è costantemente da un lato. Dovrebbe in tal caso l' appartamento dell' oggetto , crescere colle distanze , locchè è contrario alle sperienze.

Alcune sperienze hanno provato , che simile aberrazione giungeva talvolta alla settima parte della portata , e si estendeva talora al di là.

Secondo i principj da noi fissati , essendo le

resistenze incontrate dai corpi traversando i fluidi, espresse dalle colonne degli stessi, che hanno per basi le superficie urtate, e per altezze, le linee dovute alle velocità di percossa, dovrebbero tali resistenze essere nella ragione delle superficie, essendo eguali le velocità; ma le ripetute sperienze del Cav. di Borda hanno dimostrato, che queste crescono in ragion maggiore delle superficie, e ciò per la difficoltà, che incontra il fluido a sfuggire, la quale deve crescere aumentando la superficie del piano urtato; non v'è dunque niente di fisso per quest' oggetto. Sono state trovate in fatti le altezze dovute alla stessa velocità di percossa di 25,47 di piede a secondo, essere di 16,1; 17,6; 19,1, essendo i tre piani di 16, di 36, e di 81 pollici quadrati; sono dunque le resistenze espresse da $16 \times 16,1$ da $36 \times 17,6$, da $81 \times 19,1$, che sono in maggior ragione di 16, 36, 81.

Dopo tuttociò che si è detto, cerchiamo di rinvenire l' indole della curva descritta da projetti nell' aria. Questa determinazione apparterrebbe alla meccanica, ma per avvicinarne l' idea ai nostri principj, non sarà fuor di proposito di riguardarla quì.

Noi non seguiremo in questa ricerca alcuno de' calcoli de' varj autori, che hanno scritto su tale materia, e fra gli altri, quello del Signor Bèzout, perchè crediamo, ch' essi sieno molto

complicati. Esponiamo il seguente, come essendoci riuscito più semplice, e maneggevole.

Sia AB (*Fig.* 9.) l' orizonte, AC la direzione della projezione, AMB la curva descritta, di cui si cerca l' equazione.

Sia Mm un arco infinitesimo, percorso dal mobile. Se la gravità, e la resistenza dell' aria, non agissero, il mobile seguirebbe equabilmente per la direzione MQ, tangente dell' arco Mm. Ma queste forze non lasciano di agire sul corpo separatamente; debbono dunque cagionare del cambiamento nel suo moto. Se si suppone dunque, che sia nQ la quantità, di cui trovasi ritardato il projetto per un istante, per effetto delle resistenze aerea, e della gravità o discesa per nN; l' artifizio consisterà, nel determinare il luogo, dove va a riferirsi il punto N nel moto progressivo del projetto.

Si tiri dunque perpendicolarmente all' orizonte AB la linea PM, ordinata alla curva AMB. Si tiri MQ parallela ad AB. Si ponga l' ascissa $AB=x$, l' ordinata $PM=y$, i di cui differenziali saranno dx, dy. Sia inoltre $ds=Mm$ il differenziale dell' arco AM.

La velocità per lo spazio ds descritto dal mobile nel tempo $dt=\frac{ds}{dt}$. Essendo la resistenza proporzionale al quadrato delle velocità, essa potrà denotarsi

per $\frac{hds^2}{dt^2}$, significando h il coefficiente simmetrico della resistenza. Ma la resistenza per ds sta a quella per dx (elemento orizontale) $=ds : dx$. Dunque $ds : dx = \frac{hds^2}{dt^2} : \frac{hdsdx}{dt^2}$. Così pure si dimostra essere la resistenza per la dy verticale $\frac{hdyds}{dt^2}$.

Ciò posto essendo il decremento della velocità, proporzionale alla resistenza, ed al tempo; si avrà per la resistenza orizontale la seguente equazione

$\frac{hdxds}{dt^2} \cdot dt = -\frac{d^2x}{dt}$; cioè $(hdxds = -d^2x) \ldots (a)$, prima equazione.

E se la forza acceleratrice di un grave si chiami K, l' incremento delle velocità verticale, ch' è $\frac{d^2y}{dt}$ sarà eguale $\left(K - \frac{hdyds}{dt^2}\right) \cdot dt$. Donde ritraesi la seconda equazione

$(Kdt^2 - hdyds = d^2y)$ . . . (b).

Intanto si elimini la ds dalle due equazioni (a), e (b), sostituendo il valore di ds trovato in (a) nell' altra (b); si avrà quest' ultima $\frac{Kdt^2}{dy} = \frac{dxd^2y - dyd^2x}{dxdy}$. Ma moltiplicando questa equazione per $\frac{dy}{dx}$, si ha $\frac{Kdt^2}{dx} = \frac{dxd^2y - dyd^2x}{dx^2}$; e

questo secondo membro è il differenziale di $\frac{dy}{dx}$.

Dunque $\frac{K\overline{dt}^2}{dx}=d\left(\frac{dy}{dx}\right)$, chiamata ($d$).

Si ponga $\frac{dy}{dx}=p$. Sarà $\frac{K\overline{dt}^2}{dx}=dp$. Si moltiplichino il primo pel secondo, ed il secondo pel primo membro delle due equazioni (a)(d), e si ponga $dx\sqrt{1+p^2}$ per la ds (12). Sarà

$$h\overline{dx}^2\,dp\sqrt{1+p^2}=-\frac{K\overline{dt}^2 ddx}{dx}.$$

Cioè

$$hdp\sqrt{1+p^2}=-\frac{K\overline{dt}^2\,ddx}{\overline{dx}^3}.$$

Ed integrando sarà $C+h\int dp\sqrt{1+p^2}=\frac{dp}{2dx}$ (13),

---

(12) Essendo $\overline{ds}^2=\overline{dx}^2+\overline{dy}^2$, ed essendo $p=\frac{dy}{dx}$, ossia $dy=pdx$. Sarà $\overline{ds}^2=dx^2+p^2\overline{dx}^2=\overline{dx}^2(1+p^2)$. Dunque $ds=dx\sqrt{1+p^2}$.

(13) L'integrale di $-\frac{ddx}{\overline{dx}^3}=\frac{1}{2\overline{dx}^2}$, giacchè supponendo $dx=v$, sarà $ddx=dv$, $\overline{dx}^2=v^2$, $\overline{dx}^3=v^3$. Quindi $-\frac{ddx}{dx^3}=-\frac{dv}{v^3}$. Ma l' integrale del secondo membro è $\frac{1}{2v^2}$. Dunque sarà $\int-\frac{ddx}{\overline{dx}^3}=\frac{1}{2\overline{dx}^2}$. E perciò

e $dx = \frac{\frac{1}{2}dp}{C+h\int dp\sqrt{1+p^2}}$ Ed essendo $dy=pdx$. Sarà $dy = \frac{\frac{1}{2}pdp}{C+h\int dp\sqrt{1+p^2}}$. Dagl' integrali di queste due equazioni fondamentali, si potrà ricavare l'equazione alla curva.

Come si è sostituito nella formola della resistenza, il quadrato della velocità, potrà sostituirvisi ancora il triplo quadrato, ch' è il caso de' moti rapidi, quelli cioè in cui il mobile corre con una velocità, maggiore dell' altra, con cui l' aria rioccupa lo spazio lasciato.

$-K\overline{dt}^2\int\frac{ddx}{dx^3} = \frac{K\overline{dt}^2}{2dx^2}$. Ma $\frac{K\overline{dt}^2}{dx}=dp$. Dunque sarà (moltiplicando questa equazione per $\frac{1}{2dx}$) $\frac{K\overline{dt}^2}{2dx^2}=\frac{dp}{2dx}$. Essendo dunque $\frac{K\overline{dt}^2}{2\overline{dx}^2}$ l' integrale di $-K\overline{dt}^2\int\frac{ddx}{dx^3}$, sarà anche $\frac{dp}{2dx}$ l' integrale di tale quantità. Ma l' integrale di tale quantità è stata trovata $=C+h\int dp\sqrt{1+p^2}$. Dunque è certo ciò, che si è esposto.

L' integrale poi di $dp\sqrt{1+p^2}$ è un arco parabolico, che va dall' estremo della semiordinata p sino al vertice principale, ove il parametro è 2, come si rileva dalle sezioni coniche di Fergola.

Potrebbe farsi conoscere ancora, come essendo zero la resistenza del mezzo, ch' è il caso del vuoto, la formola generale della curva diviene $y = \frac{x \text{ sen} : a}{\text{con} : \overline{a}^2} - \frac{x^2}{4h \cos : \overline{a}^2} = \frac{x \text{ sen} : a}{\cos : a} - \frac{x^2}{4v^2 \text{con} : \overline{a}^2}$, essendo $v = \sqrt{h}$, ed essendo a l' angolo di projezione: equazione alla parabola. Ma siccome questa ipotesi è contraria alla natura delle cose, non merita altra pena, che di averla accennata.

DEGLI EFFETTI DIVERSI, CHE VOGLION OTTENERSI DAI PROJETTI, NELLE VARIE CIRCOSTANZE, CHE PRESENTA LA GUERRA.

La conoscenza degli effetti, che vogliono prodursi nella rovina delle opere di fortificazione; in quella della distruzione delle batterie ec., deve naturalmente condurci alla conoscenza delle quantità di moto, capaci a superare tali resistenze. La quantità di moto producendosi pertanto da due cagioni, da riguardarsi la prima nella massa del corpo, e la seconda nella sua velocità; ne nasce, che potendo tale prodotto risultare da un prodigioso numero di combinazioni fra questi due principj, l' arte di conoscere la loro giusta misura, resterebbe spesso nell' incertezza, se l' esperienza, e la ragione, che sempre deci-

dono delle nostre operazioni, non venisse al nostro soccorso.

La pratica di molti assedj, e molte campagne, ha fatto conoscere la difficoltà di trasportare de' grossi calibri al seguito delle armate. Potendosi dunque ottenere dalla forza di esplosione della polvere, ciocchè con istento, e travaglio si otterrebbe dalla grossezza de' calibri, si è fissato, che una palla da 24 libre, spinta con una velocità di 1600 piedi, fosse sufficiente a rovesciare tutti gli ostacoli, che potessero mai presentarsi da un nemico ristretto dalle fortificazioni.

Si supponga in fatti un bersaglio omogeneo, e privo di elasticità. Si distinguano le direzioni dell' urto in diretto, ed obliquo, calcolando la forza del primo, dal prodotto della massa del projetto nella sua velocità, e l' effetto del secondo, dall' istesso predotto, nel seno dell' angolo d'incidenza. Chiamando m la massa del projetto, u la sua velocità, ed a il seno d'incidenza; la forza dell' urto sarà nel primo caso mu; ed mua nel secondo, supponendo il raggio $=1$. Se dunque una palla da 24, alla distanza di 300 tese, da un parapetto, con una velocità iniziale di 1600 piedi, e quindi con una velocità residua di 1193 piedi, colpisca un parapetto, ora direttamente, ed ora con 20° d' incidenza; sarà l' effetto del primo urto $mu=24\times1193=28632$, e quello del secondo $24\times1193\times0,34202=9792,71664$.

Trovata la forza, bisogna rinvenire la resistenza, che si determina dall'immersione. Essendo il bersaglio omogeneo, e privo di elasticità, opporrà sempre una resistenza costante ne' varj punti dell' immersione; sarà dunque il moto del projetto nell' immergersi, equabilmente ritardato. Potrà quindi calcolarsi colla formola della salita de' gravi, lo spazio della sua immersione. Essendo per questo nel moto equabilmento ritardato $ft=mu$, $fs=\frac{mu^2}{2}$, ed $s=\frac{mu^2}{2f}$, dove f è la forza ritardatrice, s lo spazio, che resta a percorrersi sino alla quiete, u la velocità del corpo, m la sua massa; sarà $s=i=\frac{mu^2}{2f}$. Ora se sia $2r$ il diametro della palla, ossia quello del buco fatto nel bersaglio, ed $1:c$ il solito rapporto del diametro alla circonferenza; sarà il volume della palla $\frac{4r^3c}{3}$, ed essendo g' la sua gravità specifica; sarà la sua massa $m=\frac{4r^3cg'}{3}$. Inoltre se sia p' la resistenza del bersaglio, astrazione fatta dal buco, e questo è un cerchio $=r^2c$; sarà l'intera resistenza del bersaglio, che si è rappresentata con $f=r^2cp'$. Sostituendo dunque questi valori di m, ed f, nella formola $i=\frac{mu^2}{2f}$ sarà $i=\frac{2rg'u^2}{3p'}$, ed $u=\sqrt{\frac{i}{2rg'}}$, supponendo costante il bersaglio;

$=\sqrt{\frac{i}{g'D}}$, essendo $D=2r$. Si vede da ciò, ch'è necessario sapersi nella pratica, la quantità p', per determinarsi la i' in ogni altro caso.

Ora tale quantità p' varia al variare delle materie, da cui sono format' i bersagli; sarà quindi necessario determinarla coll' esperienza per ogni specie di bersaglio. Per ciò eseguire si rifletta, ch'essendo $i=\frac{2rg'u^2}{3p'}$, si ha $p'=\frac{2rg'u^2}{3i}$.
Quindi se con diversi tiri, fatti con varie palle, in uno stesso bersaglio, si notino le varie i, si potrà per ogni tiro calcolare la p', che dovrà sempre risultare la stessa. Non potendo pertanto ciò riuscire, per l' imperfezione inevitabile dell' esperienza, si prenderà la media di tutte le p' calcolate; e di tale media p', si farà uso nella formola $i=\frac{2rg'u^2}{3p'}$.

Per darne un esempio, suppongasi, che una palla da 24, s' immerga in un parapetto di terra per 12 piedi; se vi giunge colla velocità di 1193 piedi, come abbiamo marcato più sopra, essendo $g'=7,114$, ed $r=0,23$; sarà $p'=\frac{2rg'u^2}{3i}=129374,915488$.

Si faccia la stessa operazione per tutte le altre materie, di cui si costruiscono i bersagli. Si considerino ne' diversi aspetti, ne' quali i

presentano nelle varie circostanze della guerra; intendo cioè nelle costruzioni delle teste di ponti; de' trinceramenti occasionali; de' ridotti ec. costruzioni momentanee, che ammettono di rado le terre vergini, e spesso le smosse. Una tavola ricavata da tutte queste sperienze, sarà la norma de' ritrovati delle varie doppiezze, nascenti dalla conoscenza delle diverse immersioni.

Determinate dunque le p' nella fabrica, e nelle terre di data qualità b, se vogliano sapersi le immersioni delle palle di qualunque calibro, in parapetti costruiti con tali materie, non si deve, che mettere in vece di p' il suo corrispondente valore, osservato nella tavola, nella formola $i=\frac{2rg'u^2}{3p'}$.

Sia a quest' oggetto la palla da 16, spinta colla velocità iniziale di 1600 piedi, a 300 tese dal bersaglio, nel quale giunga conseguentemente con 1145 piedi di velocità. Essendo $r=0,2$; sarà $i=9,611$ piedi in quello di terra, ed $i=3,203$ piedi in quello di fabbrica.

Dalle due formole $i=\frac{2rg'u^2}{3p'}$, ed $i=\frac{mu^2}{2f}$, dove f è la resistenza effettiva del bersaglio, si possono ricavare tutte le relazioni delle varie grandezze in esse comprese, secondo i varj casi. Per esempio colla stessa palla, saranno le immersioni, in ragion composta dalla diretta quadrata del-

la velocità, e dalla reciproca delle resistenze dei bersagli: 2.° Se la resistenza è la stessa, saranno le immersioni, nella composta dalla diretta quadrata delle velocità, e dalla semplice delle masse: 3.° Se la velocità è comune, saranno le immersioni, nella diretta delle masse, e nella reciproca delle resistenze: 4.° Se si ottenghino due immersioni eguali, con due palle diseguali in diametro, in bersagli di diversa tenacità; le resistenze saranno nella ragion composta dalla diretta quadrata delle velocità, e dalla diretta delle masse: 5.° Se in fine due palle diverse in calibro, e di diverso metallo, urtino due bersagli diversi, immergendosi per lo stesso spazio; saranno le resistenze in ragion composta dalla diretta quadrata delle velocità (sempre residue), dei diametri, e delle rispettive gravità specifiche.

Con questo mezzo si conosce con quale specie di arme, e di velocità si avrà bisogno, per rovesciare ostacoli determinati, e non si anderà all' azzardo, per conoscere gli effetti, che si producono dalle armi da fuoco ne' varj casi della guerra.

Reciprocamente da questa conoscenza rileverà l' ingegnere le dimensioni, che deve dare in doppiezza alle sue opere, sempre derivanti dalla cognizione de' calibri, da quali possono essere battute.

È facile il comprendere da ciò, che si è detto, che il maggior effetto, si produce sempre dalla maggior velocità, accompagnata dal più gran calibro in uso. Che ne' parapetti impenetrabili, nascendo la più gran rovina dalla maggiore scossa, nascerà egualmente dal più gran calibro, e dalla maggiore velocità in uso. Che ne' bersagli, che hanno molta coesione nelle parti, a segno da esser forati con grande velocità, senzache le parti contigue al buco possano crollare, qual' è per esempio il bordo di un vascello, per essere di legno, si ha il massimo effetto, dalla più grande quantità di moto, il di cui fattore maggiore sia la massa del projetto, ed il minore la sua velocità, per ottenersi le scosse, ed impedire, che la palla traforando, più non l' ottenga. Che dovendosi rovesciare dei parapetti di fabbrica, bisogna usare il primo caso. Che bisognando aprire la breccia in opere rivestite di fabbrica, si deve cominciare l' operazione colla divisione della massa del rivestimento, nelle circostanze proposte dal primo caso, e terminarla con quelle del terzo. Che negli affari di campagna, il maggior calibro, accompagnato dalla maggior velocità, produrrebbe il più grande effetto, se la difficoltà indicibile del trasporto, e l' opposizione continua alle sue mosse veloci, non ne avessero proscritto l'uso. Che la velocità de' colpi a metraglia, non dev'

essere molto grande , affinchè la divergenza maggiore , che acquistano in tal caso le piccole palle, non le disperda senza profitto. Che la metraglia grossa agisce a maggiori distanze della piccola , perchè alla stessa velocità , il suo cono , ha minore divergenza , e perchè il loro moto è maggiore , avendo una massa più grande. Che il tiro a metraglia è sempre minore di quello a palla ; e che il primo abbia nelle sue palle, uno sparpagliamento, spesso in forma di cono.

Di tutte , quest' ultim' assertiva sembra azzardata ; ci converrà dunque di dimostrarla completamente. Il culotto , ch' è nel fondo del tubo della metraglia , riceve l' impulso della polvere ; egli lo comunica al primo strato , e da questo perviene successivamente agli altri. La pressione, che dal culotto ricevono le palle del primo strato , essendo perpendicolare alla tangente della loro unione , sarà parallela all' asse del pezzo , dunque niente di forza si perderà nella comunicazione di questo primo moto.. Non accade però lo stesso agli altri. Manifestandosi le pressioni di uno strato al suo successivo, secondo le perpendicolari alle tangenti del contatto, ed essendo queste oblique all' asse del pezzo, ne nasce, che per la risultante , nella decomposizione della forza , e non già per la forza intera , comunicateli dalla polvere , usciranno le palle dal tubo. Questa circostanza produce due effetti ; il primo è la dimi-

nuzione della portata, prodotta dalla resistenza maggiore, incontrata nell' aria, opponendosi da tutte le palle di eguale peso nella somma, al peso della palla del calibro del pezzo, un volume maggiore di quest' ultima; ed il secondo, lo sparpagliamentto delle stesse, nato dall' obliquità delle direzioni, già impresse alle palle nel tubo.

DELLE VARIE SPECIE DI ARTIGLIERIE: MATERIE CHE LE COMPONGONO: DENOMINAZIONE DELLE LORO PARTI COSTITUTIVE.

I cannoni, i mortari, i petrieri, e gli obici, sono le grosse armi, che noi usiamo nella guerra. L' invenzione de' primi è tanto remota, quanto è l' applicazione della polvere agli usi della guerra. La sua epoca potrà dunque francamente fissarsi al 1320.

De' secondi, e de' terzi, se ne fece uso per la prima volta all' assedio di Rodi nel 1522; e del quarto nella guerra di Olanda, che si terminò colla pace di Nimegue.

Dall' epoca della loro invenzione, i cannoni hanno avuto varie forme, e sono stati composti da diverse materie. I primi cannoni, e le prime bombarde erano di forti lamine di ferro, attondite su di alcune anime, spesso cilindriche, e talvolta anche coniche, serbando l' apice del cono alla culatta. Queste lamine erano avvinte da

cerchi di ferro, o di rame. Vi sono ancora su i rampari di Narbonne due cannoni di questa specie.

Ai cannoni di ferro forgiato, successero gli altri di ferro fuso, ed è sicuro, che nel 1414 all' assedio di Compiegne, si usarono de' pezzi di ferro fuso di grosso calibro.

L' azzardo fece conservare, e rinvenire nel tempo stesso nel 1746 nell' arsenale della Cittadella di Anversa, alcuni cannoni di legno, cerchiati di ferro, ed altri di plance di rame, cerchiate egualmente di ferro, e di corda, e guernite di pezzi di legno ben commessi, per rinforzare il primo cilindro di rame nel sito della carica. La storia ci assicura, che Gustavo Adolfo si sia servito di quest' ultima specie di cannoni alla battaglia di Leipsick.

Persuasi da molto tempo già gli uomini, di dover sacrificare alla durata, ed al bene del servizio, la comodità del trasporto sino ad un certo punto, che sarebbe pernicioso di oltrepassare, hanno stabilito di riguardare due soli metalli nella fabbrica delle bocche a fuoco, il ferro cioè, ed il bronzo, destinando il primo di tali metalli al servizio della marina, e delle coste, ed al servizio delle Piazze, e della Campagna il secondo.

Secondo le sperienze di Monge, il ferro forgiato, per la sua tenacità, e per la sua leggerezza, è il più adatto di tutt' i metalli alla fabbrica delle bocche a fuoco: ha esso una coesio-

ne sei volte maggiore di quella del ferro fuso, e sarebbe desiderabile, che l'ingegno, e le cure degli Uffiziali di Artiglieria, spinte con vigore al ritrovato di un metodo semplice, e non molto costoso, permettessero la costruzione delle bocche a fuoco di questa materia, in vece del ferro fuso. Si sono già intrapresi alcuni saggi su questo particolare alle forge del Guerigny, e del Calvados in Francia; ma l' interruzione a questi travagli, fa poco attenderci di vantaggioso.

Per l'impossibilità d' impiegare il ferro forgiato, si è ricorso al ferro fuso. La difficoltà di ridurre il minerale di questo metallo in quello stato di purità, in cui sembra, che sieno giunti finalmente gl'Inglesi; il separare cioè il ferro da tutte le materie eterogenee, alle quali si dà il tempo di metallizzarsi con una lunga fusione, e col favore di qualche reduttivo, farà sempre restare il ferro fuso in quello stato di debolezza, che afferma il periglio di vedere i cannoni crepare in azione. Un imbarazzo anche maggiore nel trasporto, e nelle manovre non potrebb' evitarsi, se si volesse con una maggior doppiezza, prevenire questi accidenti.

Al costante difetto della poca coesione delle parti nel ferro fuso, nata dalla impossibilità di ottenersi una perfetta miscela fra il ferro, e le terre ferruginose, dalle quali come si è detto difficilmente può disimpegnarsi, bisogna aggiungervi

l' altro di essere esposto ad una continua degradazione prodotta dalla rugine, o dall' ossidazione della sua superficie. Invano Montlambert vorrebbe prevenirne l'accidente, col vietarne la tornitura esterna. Si sono veduti sulle coste di alcune Isole di America, de'cannoni di ferro, le di cui superficie interne, ed esterne, erano come sfogliate sino alla profondità di due linee, per la potente azione, che hanno l' acqua, e l' aria su questo metallo: tanto era forte la sua ossidazione.

Se il ferro fuso non avesse tutti questi difetti, sarebbe di tutt' i metalli imperfetti, il più adatto alla costruzione delle bocche a fuoco, possedendo eminentemente le due grandi qualità; quella cioè di soffrire la minima alterazione nella forma all' azione del fuoco, e l' altra di essere il più tenace, il più duro, ed il più leggiero, dopo lo stagno, allorch' è forgiato. Se intanto si facesse subire una seconda fusione al ferro de' cannoni, esso diverrebbe meno acre, e se vi si accoppiasse lo zinco, la miscela sarebbe più perfetta, ed i cannoni di ferro fuso secondo questo metodo, se non renderebbero il servigio da attendersi da quei di ferro forgiato, ne darebbero almeno uno molto migliore di quello, che finora si è ottenuto dalla prima fusione del minerale, senza l' unione dello zinco.

Il non potere impiegare il ferro forgiato nella fabbrica delle bocche a fuoco, ed il dovere im-

piegarvi con imbarazzo, e periglio il ferro fuso pel servizio delle coste, e della marina, dove il peso eccedente non molto si oppone alle manovre dell' artiglieria, come nella guerra di campagna, ha fatto immaginare l' uso del rame, la di cui tenacità è molto maggiore di quella del ferro fuso. Ma il rame essendo molto dolce, non resiste così francamente all' azione delle palle, che ne solcherebbero l' anima; l' unione dello stagno, che li comunica della durezza, è stata molto conseguente; facendoli però questa operazione, perdere della tenacità, e rendendolo altronde più frangibile, è necessario di non oltrepassare nella proporzione della miscela quel punto, che fornisce la liga più vantaggiosa. L' esperienza ha fissato essere di *100 : 11* il rapporto del rame allo stagno nella composizione del bronzo, proporzione alla quale si è pervenuto dopo infinite altre già praticate, nelle fusioni delle bocche a fuoco, e che non essendo forse la migliore, sarà col tempo alterata, quando cioè si possa essere in grado da ripetere tanti saggi, sottoponendoli alla coesione, da giungere in fine a quel punto più vantaggioso, oltrepassato il quale, il metallo sarebbe egualmente difettoso, o per la sua duttilità, o per la sua leggerezza. Se lo zinco s' impiegasse nelle fusioni in vece dello stagno, o anche in sua unione, così puro come si ottiene dal commercio, formerebbe forse col rame una liga più dura, e

compatta del bronzo ordinario. Locchè deriva dall' essere lo zinco più duro dello stagno, e dall' avere col rame, una maggiore affinità di quest' ultimo. Essendo inoltre meno fusibile dello stagno, potrebbero i pezzi sostenere un servizio di fuoco più veloce, e più lungo, senza soggettarsi a curvarsi in azione, come accade talora per la duttilità, che lo stagno comunica allo zinco.

Il rame è un metallo di un rosso brillante; sviluppa strofinandosi un odore particolare; è molto duttile per poterlo ridurre in lamine sottilissime. La sua tenacità è quas'i $\frac{2}{3}$ di quella del ferro forgiato. Si giudica della sua purità, da' varj aspetti della sua frattura.

Ha comune con tutt' i metalli la proprietà di ossidarsi; ma egli si attacca all' ossigene con minor forza del ferro, e dello stagno, mancandoli la qualità di decomporre l'acqua, come questi due ultimi metalli.

Il rame ci viene nel commercio sotto varie forme; cioè in rosette, in pani, in iscudi di Svezia, in tavolette, in ispezzoni, ed in rame del Perù.

Lo stagno è un metallo di un colore bianco brillante. È molto flessibile, e piegandosi fa sentire del rumore. Questo sembra derivare dalla separazione subitanea delle sue parti, che cresce al crescere della sua purità: è questo uno dei

*

mezzi da conoscere i suoi varj gradi di perfezione.

Esso è duttile, e si converte in lamine. È il più leggiero e flessibile dei metalli. È molle a segno da poterlo rigare colle unghie. Ha un odore distinto strofinandolo al punto del riscaldamento. È il più capace di ossidarsi. Se nel bagno, si espone all' azione dell' aria atmosferica, la sua superficie si covre subito di una pellicola, ch' è un vero ossido.

Ci viene lo stagno nel commercio sotto tre specie: quello delle Indie; quello delle fonderie di Europa, e l' altro manifatturato da' Pentolai.

Luigi XI Re di Francia, fu il primo, che avesse ordinato delle fusioni di cannoni di bronzo di grosso calibro.

Questo metallo composto, come si è detto dal rame, e dallo stagno, partecipa delle qualità de' due componenti. Occupando lo stagno i pori del rame, toglie a questo metallo la sua estrema duttilità, e tendendone così le sue fibre, lo rende sonoro. L' oltrepassare la proporzione, o il volere forzare la quantità di stagno, fa, che il composto divenga più sonoro, per la tenzione maggiore delle sue fibre, ed è questo il caso delle campane; ma lo rende quindi molto facile a spezzarsi, difetto imperdonabile ne' cannoni. Si è dunque obbligati di crescere la proporzione sino al 25 per 100 nelle prime, per

ricavarne un suono vivace, e di diminuirlo sino all' 11 per 100 ne' secondi, per ottenere della resistenza all' esplosione della polvere.

È comune a tutte le armi da fuoco una cavità cilindrica, nel fondo della quale vi era generalmente una camera, che si disusò ne' soli cannoni: il suo oggetto era di contenere la carica, e di accrescerne la sua forza di esplosione.

I cannoni gettano de' projetti della minor grandezza, ma della maggiore velocità; ed è per questo, che la loro lunghezza è maggiore di tutte le altre: sono essi particolarmente destinati a rovinare gli oggetti, coll' effetto del loro urto.

I mortari con un' anima molto più corta, e con una camera nel suo fondo, gettano de' globi vuoti, che portano il nome di bombe, e che per l' altezza prodigiosa a cui si sollevano, sfondano cadendo anche gli edificj militari; rovinano crepando gli oggetti, che li circondano, e pongono in fiamme le materie combustibili, quando oltre della carica, vi è nel loro interno una materia incendiaria.

I petrieri anche di un calibro più grande de' mortari, ma di essi più corti, gettano dei panieri carichi di pietre: il loro oggetto è d' inquietare a piccole distanze i difensori, che guardano i parapetti.

Gli obici infine poco più lunghi de' mortari, e molto più corti de' cannoni, gettano con mino-

re elevazione di quelli, e maggiore di questi, de' globi vuoti, più piccoli delle bombe, e che prendono il nome di granate reali. Il loro scopo non è tanto di rovinare gli oggetti coll' effetto della loro caduta, ma piuttosto con quello dell' urto, e sicuramente poi coll'altro delle schegge, che producono crepando. Quest' arme, una delle più utili per la guerra, si è prodigiosamente moltiplicata negli affari di campagna, in ragione della conoscenza maggiore, che si è acquistata de' suoi effetti, e della sua leggerezza. Il doppio uso, che da essa si ricava, l' ha resa impareggiabile.

Si usavano altra volta de' mortari di un calibro eccedente; è giunto qualche volta a più di un piede; si chiamavano comminges. La difficoltà di trasportarli, essendo di gran lunga superiore ai suoi effetti, ha fatto abolirli, come si sono abolite per l' uso della guerra tante altre cose, che la loro invenzione faceva credere necessarie.

Si credeva, che i pezzi lunghi, e di un grosso calibro, avessero sempre prodotto de'grandi effetti: ma l' esperienza, e la ragione, ci hanno finalmente convinto, che la difficoltà di menarli in campagna, e di servirli, non sarà mai compensata dagli effetti più grandi de' moti delle loro palle. Quando si batte in breccia (dove sembra, che si voglia la maggiore ruina), una

palla di un doppio peso, non produrrà un doppio effetto, giacchè il buco, che fa nel rivestimento, che si vuole distruggere, non è il doppio: due palle della metà del peso ciascuna, produrranno un effetto più considerevole, e solendone equiparare gli effetti, per cagione de' buchi, che formano, il risparmio delle munizioni sarà sempre per la somma de' projetti piccoli. Non essendo lo stesso negli affari della marina, per la difficoltà maggiore di otturare nel momento de' buchi più grandi ne' vascelli; ne nasce l' abolimento di tali pezzi per gli affari di terra, è l' uso che se ne fa degli stessi in quei di mare.

Le parti costitutive di tutte queste armi sono: la doppiezza del metallo attorno dell' anima, che si divide in varj rinforzi, determinati dalla scala delle pressioni del fluido elastico; da due cilindri, detti orecchioni, che servono a fare girare il pezzo sul suo affusto, ed a graduarlo: il loro asse comune, ch' è nel prolungamento di una linea perpendicolare all' asse dell' anima, in un piano orizontale, alquanto inferiore a quello, che passa per l' asse di questa, è sito in modo, che la gravità del pezzo, divisa in due dal piano verticale, che passa pel di loro asse comune, dia un momento verso la culatta, maggiore dell' altro verso la gioja, di una quantità data, che ne' pezzi di campagna, l' esperienza dimostra sufficiente nelle moderne costruzioni, quando la

differenza del peso, è il senssantesimo del peso totale del pezzo; chiamando culatta, quel rinforzo di metallo in superficie perpendicolare all'asse dell'anima nel suo fondo, per sostenere gli sforzi della polvere accesa, in tal parte, e gioja il rinforzo dato alla bocca dell'arme, per impedire ivi i funesti effetti del settore di esplosione, è resistere agli urti de' projetti, ch' escono dall' arme, con angoli, detti di partenza.

È l'asse dagli orecchioni al di là del centro di gravità del pezzo verso la bocca, per dare ne' tiri quella preponderanza in culatta, ch'equilibra lo sforzo, che la polvere accesa, sfuggendo per la lumiera, esercita su i cunei di mira, e l'altro, ch' esercita la palla contro la bocca, all' uscire dal pezzo. Un maggior peso in culatta, di quello, che l' esperienza ha fissato ne' pezzi di campagna, si opporrebbe alla facilità delle graduazioni.

In due manichetti, che servono per sospendere l' arme, e situati per questo in corrispondenza del suo centro di gravità, in due piani, ch' essendo paralleli all' asse dell' anima, prolungati al di sotto, s' intersegano in una linea parallela alla prima, ma ad essa sottoposta.

In un foro cilindrico, che si pratica nel fondo dell' anima, o della camera, un poco obliquo alla perpendicolare tirata in tal punto sull' asse dell' anima, coll' angolo di *10°*, per co-

municare il fuoco alla carica. Conoscendosi, che la fiamma affetta la posizione verticale, per impedire tutto il suo effetto nell' evasamento della lumiera, per facilitare l' operazione della spina, e promuovere con maggiore efficacia la forza di accensione verso la bocca dell' arme, si è stati obbligati di darle una posizione obliqua all' asse della stessa.

DELL' ANIMA DE' PEZZI DI ARTIGLIERIA; SUA LUNGHEZZA; CALIBRI DA ADOTTARSI.

Non si è mai dubitato della necessità di avere l' anima cilindrica, ed il projetto sferico in tutte le armi da fuoco. La figura del secondo è nata dalla conservazione del pezzo, e dalla facilità di farli traversare l' aria rotolando, essendo quella del primo, una conseguenza della figura data al secondo.

Non si è pertanto egualmente convenuto, nè della necessità delle camere in tutt' i pezzi di artiglieria, nè della loro più vantaggiosa figura.

Quanto è più lunga l' anima, tanto è più lungo il tiro a cui si proporziona la massima carica. Ma il peso eccessivo del pezzo; la facilità di vederlo curvare in azione; l' impossibilità di maneggiarlo; la grande larghezza de' rampari delle batterie; la lunghezza delle spianate; la

difficoltà di caricarlo, non essendo sufficiente il rinculo, per disimpegnarlo dal sopraciglio del parapetto, o dall'interno delle cannoniere: queste difficoltà non vengono compensate da un tiro più lungo, che per la gran massa d'aria, che traversa il projetto, spesso non incontra l'oggetto, traviato dagli accidenti, che l'accompagnano nel suo corso. Ecco l'abolimento delle colubrine, come l'abbiamo accennato altrove. La lunghezza de' pezzi di artiglieria, dev' essere piuttosto una conseguenza degli usi a cui debbono sottoporsi, della leggerezza, che debbono mantenere, e della probabilità di colpire alle maggiori distanze, di cui si ha bisogno, che dal principio chimerico di estendersi molto, per fare del rumore, senza effetti.

Si è già fissata la carica massima alla metà del peso della palla ne'piccoli calibri, ed al terzo ne'grandi. Sarà dunque la conoscenza del totale sviluppo del fluido elastico, mentrechè la palla ne percorre l'anima, il mezzo da determinare la lunghezza di quest'ultima. L'esperienza, ed i lunghi calcoli del Sig. Euler, l'hanno concordemente fissata a 22 ½ calibri, per le cariche accennate. Ma gli usi delle armi in campagna, e la leggerezza maggiore, riguardata, come il principale oggetto nelle artiglierie, hanno ridotto questa lunghezza a solo 16 calibri pei pezzi di battaglia da 12, e 4, ed a 20 ½ calibri, per

quei di assedio, e difesa da 24, e 16. La necessità di conservare le gote delle cannoniere nell' atto dello sparo, ha fatto mantenere un maggiore rapporto fra la lunghezza dell' arme, ed il calibro ne' pezzi di assedio, ed una minore ne' pezzi di battaglia, che mai sparano in cannoniere.

Non è gran tempo, che l'artiglieria, quest' arme, il primo agente della guerra, sia uscita dalla sua infanzia. I suoi progressi lentissimi sino nel 1732, non divennero rapidi, che pel genio di M.r de la Valière: le sue conoscenze, e la superiorità, che queste fecero acquistarli nel corpo di artiglieria, lo posero in grado da praticare quelle sperienze, che ripetute in tutte le scuole, e da tutti gli uffiziali, tolsero all' artiglieria quel peso, che ricadeva sulle mosse dell' armata.

Si deve a de la Valière la riduzione de' calibri, quasi al minimo numero, ed alla mezzana diminuzione nella lunghezza dell' anima, come dobbiamo a Gribeauval l' ultimo colpo dato alla perfezione del tutto. Forse i pregiudizj, che seco trascinava l'arte nel tempo di de la Valière, non fecero ottenere a quest' uffiziale molto istruito in tutt' i rami del suo mestiere, quel totale cambiamento, che si attendeva, ed al quale Gribeauval è pervenuto, dopo molti stenti, e colle infinite somme, che Luigi XVI prodigò

per l' artiglieria, nelle sperienze fatte in Strasbourg nel 1764.

Ogni uffiziale abbandonava con rancore quella sì gran lunghezza dell' arme, sulla quale poggiava i suoi grandi effetti, e quella grandezza de' suoi calibri, dalla quale faceva derivare la più gran distruzione.

È forse, perchè le armate non trascinavano, che uno scarsissimo numero di bocche a fuoco nelle battaglie, che spesso non agiva pel suo estremo peso, che noi osserviamo nella storia di quei tempi, l' inerzia ai cambiamenti, che si attendevano nel sistema di artiglieria. La tattica, facendo de' progressi in maggior ragione del tempo, che la seguiva, dovè necessariamente cambiare l' ordine dell' artiglieria. Il furore di quest' arme nelle battaglie, divenne oltre ogni limite sorprendente ne' tempi di Federico il Grande: la sua leggerezza ne fu l' oggetto il più importante, per seguire la velocità delle manovre dell' armata. Eccola dunque alleggerita in un tratto; diminuita di calibri; ridotte al minimo numero le differenze fra questi, e prodigiosamente accrescerne l' equipaggio delle armate.

Assegnò de la Valière cinque calibri ne' cannoni, tre ne' mortari, e due negli obici. I primi furono da 24, 16, 12, 8, 4 libre; distinguendo i tre ultimi in lunghi per le piazze, e corti per le battaglie. I secondi furono da 12

pollici, e da 10 pollici a grandi, e piccole portate. I terzi da 8 pollici, e da 6 pollici.

Gribeauval tolse il calibro da 8 ne' cannoni, da 12 pollici ne' mortari, e progettò di togliere l' obice da 8 pollici, egualmente, che il cannone da 24 per l' assedio, come fu già abolito per le piazze.

Non si esclusero da de la Valière nella difesa delle piazze i piccoli calibri da 12, e 4. Si è sempre conosciuta la loro grande utilità nel proteggere le opere, o molto avanzate, o molto minacciate per potervi tenere de' pezzi di grosso calibro; o per sostenere de' posti nuovamente ripresi, e che non potessero fornirsi di grosso calibro ne' primi momenti.

Il volere ottenere una superiorità di portate, fece distinguere a de la Valière, due lunghezze diverse in ciascuno de' pezzi da 12, e 4, destinando i più lunghi per le piazze, ed i più corti per le battaglie.

L' invenzione de' nuovi cartocci; l' idea sempre vantaggiosa della semplicità delle costruzioni; e l' altra della loro riduzione al minimo numero possibile, fece posteriormente abolire siffatte distinzioni, e la portata de' nuovi pezzi di battaglia, non lasciando niente a desiderare su questo articolo, ed avendo fatto molto guadagnare sull' estrema leggerezza, sul doppio uso, e sull' esattezza de' tiri, ha fatto, che oggi si rimpiaz-

zassero coi pezzi di battaglia nelle piazze, le funzioni de' pezzi lunghi dello stesso calibro.

Ottenendosi dal cannone da 16, con un maggior numero di colpi, ciocchè si ottiene da quello da 24, differendo però sensibilmente ne' moti delle loro palle, e quindi negli effetti delle loro percosse, ma non molto sulle portate; si è creduto, che per facilitare le costruzioni, semplificare le dimenzioni, alleggerire i trasporti, e tirando dalle piazze ne' bisogni i pezzi per gli assedj, si potesse francamente produrre tale cambiamento (14).

Dando l' obice da 8, lo stesso numero di schegge, che quello da 6, si è egualmente creduto di potere ridurre quest'arme al solo calibro da 6 pollici; tanto più, che i soldati non saranno meno uccisi, o feriti dall' uno, che dall' altro, malgrado la differenza, ch' esiste nella grandezza delle loro schegge. L' obice di battaglia ha sofferto ancora una nuova riduzione di leggerezza: il suo calibro è stato ridotto a soli 5°, e 6 linee, riduzione, che senza quasi niente togliere al risultato degli effetti a cui è destinato,

---

(14) Nel 1804 sono stati aboliti i calibri di 16, 8, 4, e non sono rimasti che quelli da 24, 12, e 6: Tre calibri in progressione geometrica.

risparmia moltissimo sulla leggerezza e sufficientemente sul consumo delle munizioni.

La riduzione pertanto de' grossi calibri di assedio al solo da 16, com'è stato già accettato per le piazze, egualmente, che l'altra degli obici a quello da 6 pollici, esiste ancora nel numero de' progetti, e non già in quello dell' esecuzioni. Forse un giorno conoscendo praticamente la forza di tale verità, daremo anche questa nuova leggerezza alle nostre costruzioni (15).

L'esperienza ha dimostrato, che dal mortaro da 10 pollici a grandi portate, si otteneva una portata di ⅓ maggiore di quella del mortaro da 12°. Sarà dunque quello più vantaggioso di questo, per una maggior leggerezza unita ad una più gran portata. Gli effetti pertanto delle loro percosse su gli edificj militari, differiscono

---

(15) Non è difficile persuadersi, come abbiano potuto rimpiazzarsi nelle piazze, col cannone da 16, le funzioni di quello da 24. La debolezza de' parapetti delle batterie dell' assediante, rispetto a quelli degli assediati è molto conosciuta, essendo la loro costruzione eseguita in una notte, e quindi essendo smossa, e non consolidata la terra de' loro merloni. Questa differenza di tenacità nelle terre, doveva assolutamente richiedere nell' equilibrio delle circostanze, la differenza marcata delle forze, nel rovinarsi a vicenda; differenza, che si è ben rinvenuta nel calibro da 24 per l' assediante, e da 16 per l' assediato.

sensibilmente. La portata del mortaro da 12 pollici con tre libre, 2 once $\frac{1}{4}$ di polvere nella camera, e cinque libre nella bomba, del peso di 147 libre, è 1200 tese; quella del mortaro da 10 pollici a grandi portate, è 1440 tese, essendo 100 libre il peso della bomba, 3 libre quello della sua carica, e 6 libre 8 once $\frac{3}{4}$ l' altro della polvere nella sua camera. Dunque le velocità di percossa, saranno nella ragione di $\sqrt{300} : \sqrt{360}$, e le percosse $= 152\sqrt{300} : 103\sqrt{360} = 2629{,}6 : 1957$. Se dunque gli edificj militari sieno stati costruiti per resistere all' urto delle prime, non saranno mai rovinati da quelli delle seconde, a meno, che il loro numero non sia eccedente, e non produca colla replica delle scosse, ciocchè avrebbe dovuto ottenersi dalle prime.

Vi è pertanto un mezzo da avvicinarne gli effetti, ed anche di accrescerli: questo si trova nell' allungamento dell' anima del mortaro. È già provato da Robyns, che di due mortari da 10 pollici, caricati con sette libre di polvere, uno di due calibri di lunghezza, e l' altro di quattro, si aveva in quest' ultimo una portata di $\frac{1}{5}$ maggiore del primo. La portata dunque di questo nuovo mortaro da 10 pollici, sarà di 1728 tese.

Per paragonare ora gli effetti delle percosse della sua bomba, agli altri di quella da 12, sottoponghiamo entrambi alla medesima portata di 1200 tese, al di là della quale, mai percuotereb-

be una bomba da 12° un edificio militare, spinta dell' accennata maniera.

Se coll' angolo di 45°, e la carica fissata, si è colpito a 1728 tese, dovrà colpirsi colla stessa carica alla distanza di 1200 tese, con soli 20°, 40' di projezione; e se l' altezza della prima curva era di 432 tese, sarà quest' ultima di 794, la di cui radice approssimante 28 tese, moltiplicata per 103, dando 2884 per quantità di moto nella percossa, maggiore di 2629,6, che produce $152 \times 17,3$ appartenente alla bomba da 12°, ci assicura, che i vantaggi della leggerezza, della portata, e delle percosse, sono pel mortaro da 10 pollici a grandi portate.

Ma questo allungamento proposto per l' anima del mortaro, si vedrà essere una conseguenza della figura nuova della sua camera. Se questa fosse rimasta cilindrica, o pure concava di qualunque figura, e non fosse venuta al soccorso di questo difetto, la nuova invenzione del Maresciallo di Gomer, l'anima non poteva giammai allungarsi al di là del limite prefisso di un calibro $\frac{4}{5}$, essendo costretta di curvars' in azione, per gli urti delle bombe, e le pressioni di queste nel sito dove poggiavano. I mortari da 12° a camera cilindrica, non hanno mai sostenuto il fuoco di un' assedio, benchè breve: la rottura delle bombe; i solchi fatti da esse nell' anima; la conseguente crepatura dell' armo; l' ottura-

mento della lumiera, fecero 'rinunciare al vantaggio di ottenere da tali mortari la portata di 1200 tese: a stento si poteva ottenere quella di 800 tese; ed allora combinando gli usi effettivi della guerra, troveremo ne' nuovi mortari da 10 pollici da noi proposti, un deciso vantaggio sugli altri da 12 pollici.

Colla figura della camera a cono tronco, la lunghezza di quattro calibri, che da noi fissar si voleva, si puole ancora aumentare. È ben certo pei principj dell' infiammazione, che più l' anima del mortaro è lunga, più la sua portata lo diviene egualmente; e questo sino ad un certo limite: vi è un principio, che lo determina.

La bomba sarà nel centro dell' anima, se la camera è conica, e la linea tangente al suo punto più basso, e parallela a quella dell' anima, ne sia distante di una linea, se il vento è due linee. La velocità sarà costretta dalla gravità della bomba a farli cambiare continuamente di direzione. Supposta la velocità di 200 piedi, la minima, che li si poss' assegnare, pel calcolo il più semplice si vedrà, che la bomba si sarà abbassata di una linea, quando avrà incontrato la parete inferiore dell' anima, a quattro piedi, tre pollici, e cinque linee dal suo fondo (16). Si po-

(16) Descrivendos' in fatti in 1'' di tempo, tanto 200 piedi orizontalmente, che 15 piedi verticalmente;

trà dunque dare al mortaro da 10 pollici questa lunghezza, senza timore di rovinare nè esso, nè

---

sarà $15,1 : (30,2)^2 = x . (200)^2$, ed $x = 662\frac{1}{4}$, altezza dovuta alla velocità assegnata. Quind'il parametro dell'asse della parabola, che ha per ordinata 200 piedi, e per ascissa 15,1 sarà il quadruplo di $662\frac{1}{4} = 2649$ piedi $= 31788$ pollici $= 381456$ linee. Sicchè l'ordinata corrispondente all'ascissa di una linea, sarà $\sqrt{381456} = 617$ linee, $= 4$ piedi, 3 pollici, 5 linee, lunghezza del mortaro nel punto ov'è incontrato dalla bomba. (*Fig. 10.*).

Si è supposto il mortaro nella posizione orizzontale. Che gli si dia qualunque elevazione; sia questa p. e. la più vantaggiosa, ossia di 45°. Allora non sarà più l'asse, ma un diametro, quello di cui è parametro il quadruplo della linea di velocità, corrispondente a 200 piedi a secondo. Essendo dunque costretto il punto inferiore della bomba di descrivere la verticale op, in vece di on, per incontrare la parete inferiore del mortaro, ed essendo di 45° l'angolo rqS, lo sarà ancora $opn = mqn$; dunque $op = \sqrt{2on^2}$. Se dunque $on =$ una linea $= 12$ punti; sarà $op = 17$ punti, e la lunghezza dell'anima $= \sqrt{381456 \times 17 \text{ punti}} = 756$ linee 3 punti, maggiore della prima. Essendo dunque costante il parametro, perchè costante la linea di velocità; saranno le ordinate, o le lunghezze de'mortari, come on, op. Ma di queste on è la minima, perchè cateto degl'infiniti triangoli rettangoli, le di cui ipotenuse, esprimono gl'incontri del mortaro. L'aver dunque supposto il mortaro orizzontale, è il minimo vantaggio da noi riguardato. (*Fig. 11*).

*

la bomba cogli urti di quest' ultima, che in tal caso svaniscono. La lunghezza prefissa si potrebbe ancora francamente portare a cinque calibri, senza che la bomba ne incontri la sua parete inferiore nel corso, riflettendo, che mai la velocità della bomba è così piccola da corrispondere a 200 piedi, come l'abbiamo assegnato in siffatta determinazione.

Non bisogna andare al di là, per non cadere in altri difetti.

Si dovrà cercare di ottenere piuttosto le più grandi ampiezze, dalla lunghezza maggiore dell'arme, che dalla carica, che non fa, che tormentare il mortaro, e renderlo inservibile, dopo pochi tiri.

DELLE CAMERE NEL FONDO DELL' ANIMA : NECESSITA' DI ADOTTARLE IN ALCUNE ARMI : LORO FIGURA PIU' VANTAGGIOSA : POSIZIONE DELLA LUMIERA : RAPPORTI SULLE PORTATE : CAGIONI DELLA LORO VARIABILITA'.

Le camere si usavano in tutt'i pezzi di artiglieria. Il piacere di ottenere delle lunghe portate, era così seducente per gli antichi artiglieri, che non era per distruggerlo qualunque somma di svantaggi, che poteva accompagnarlo. Estremo tormento del pezzo; facilità d'inutilizzarsi dopo

pochi tiri, per l' estrema compressione nata dalla duttilità del metallo; difficoltà d'introdurre la carica nelle camere de' lunghi pezzi; anche maggiori nel pulirle; accidenti, che seco trascinava questa maniera di servire i pezzi: tutti questi ostacoli, non fecero cambiare di opinione. Si deve alle conoscenze posteriormente acquistate dagli uffiziali di artiglieria, il totale disprezzo, ed abolimento delle camere ne' cannoni per le ragioni esposte. Non si è potuto però praticare lo stesso pei mortari, gli obici, ed i petrieri: la cortezza della loro anima, dando tutto il vantaggio da caricare senza periglio le camere, e di annullare nel tempo stesso, la maggior parte de' svantaggi, che queste serbavano ne' cannoni, richiedeva assolutamente una maggior prontezza nell' accensione della carica, per lo spazio più limitato, dato nell' arme al corso del projetto.

Allorchè si usava la camera ne' cannoni, bisognava, per la ristrettezza del suo diametro rispetto a quello dell' anima, che la carica fosse piccola, dovendosi altrimenti portare l' accensione ad un punto molto distante dal suo principio; si rischiava di perdere nel tempo, ciocchè voleva guadagnars' in velocità, e forse ancora non si vedeva accesa tutta la carica. La velocità maggiore acquistata da projetti ne' pezzi colle camere, si deve senz' altro attribuire, e ripetere dalla forza relativa maggiore del fluido elastico sulle loro su-

perficie, la quale, secondo dimostreremo cresce, al decrescere dell' orificio di entrata, o del segmento sferico opposto all' urto.

L' uso delle camere, di cui ne abbiamo dimostrato gli svantaggi ne' pezzi lunghi, diviene indispensabile per altro, ne' mortari, obici, ec. giacchè essendo molto più corti de' primi, richieggono minore quantità di polvere, per ispingere il globo al di là della bocca, che non ne bisogna per la carica del pezzo da 24. Essendo il diametro dell' anima del mortaro eccedentemente grande, nè potendovi esser carica, che ne occupi in altezza, altrettanto, che in diametro, ne nasce, che l' accensione giungerebbe all' estremo del raggio, in un tempo ben sensibile, mentrechè arriverebbe quasi all' istante verso il contatto della bomba colla carica, per essere l' altezza di quest' ultima, molto minore del suo diametro. Risulta da questo, che non potendosi niente guadagnare, nè sulla prontezza, nè sulla forza dell' esplosione, è necessario di restringere di molto il diametro dell' anima in tal parte, affinchè rendendosi quello della carica poco diverso dalla sua altezza, ne raccorci di molto il tempo dell' accensione. Sarà così sufficientemente provata la necessità delle camere negli uni, e l' insufficienza delle stesse negli altri.

Ma non è molto di aver dimostrato la necessità delle camere ne' pezzi corti, bisogna ancora

determinare la loro figura più vantaggiosa. Che in questa determinazione si abbia per tanto riguardo più alla conservazione del metallo, che alle maggiori portate, prodotte da una data camera, tanto più quando la ragione di aumento nelle portate, è minore di quella de' mali, che ne soffre l' arme. Non deve giammai trascurarsi questo punto, il più interessante nella determinazione di tutti gli oggetti, che riguardano l' artiglieria.

Si è dimostrato nell' articolo delle pressioni del fluido elastico, contro la superficie di un corpo di figura sferica, che la risultante delle pressioni assolute, era a quella delle relative, nelle due diverse supposizioni della direzione de' filetti fluidi, generalmente, o come il cilindro, del diametro della porzione sferica, dell' altezza eguale al raggio della sfera, e colla base nel cerchio massimo della stessa, perpendicolare all' asse di pressione, allo sferoide dell' istessa base ed altezza; o come lo stesso cilindro, al paraboloide, dell' ascissa eguale al raggio della sfera, e descritto, col parametro eguale al raggio stesso. Or siccome diminuendo il diametro delle porzioni sferiche opposte alla pressione del fluido, il rapporto di tali solidi va minorando; anderà dunque costantemente crescendo, al diminuire di tali diametri, la forza relativa, rispetto all' assoluta: minore sarà quindi la perdita della forza, e

Queste due ipotesi, danno delle forze relative diverse, essendo sempre più grandi le prime, che le seconde: ciocchè però è comune ad entrambe, è, che decrescono le forze relative, al crescere del valore dell'x, cioè a misura, che si aumenta il segmento sferico; locchè fa conoscere, che per ottenersi una forza relativa maggiore, bisogna, che il diametro di apertura della camera sia molto piccolo; ma alcune circostanze impediscono di profittare nella pratica di questo vantaggio.

La polvere si accende successivamente; dunque la figura della camera, dev' esser talmente combinata colla sua apertura, che restando questa la più piccola, si possa ottenere da quella l' infiammazione più pronta, e completa (17).

---

(17) Si scorge evidentemente, perchè tutte le camere, che hanno la figura talmente combinata, che i punti superficiali sieno i più vicini, e nel tempo stesso egualmente distanti dal centro di accensione, debbano essere le più vantaggiose pel tormento del metallo. Infatti nelle camere sferiche, a pero, ed altre concave, accadendo non solo il principio esposto, ma riflettendos' i raggi di fuoco, tutti verso il centro, l'accensione dev' essere più pronta nelle rimanenti parti della carica, ed essendo molto più piccola la superficie di entrata, il mobile opporrà una piccola superficie, per cui non solo non isfug-

Se l' infiammazione fosse istantanea, e che tutta la polvere si accendesse, prima della mossa della bomba, non è difficile persuadersi, che l' apertura più piccola, produrrebbe il massimo effetto, e che la figura della camera, sarebbe indifferente. Ma noi conosciamo poco la natura della polvere, per sapere dalla sua maniera di agire, tirar profitto, per la determinazione dell' anzidetta combinazione.

È certo pertanto, che la massa del projetto essendo maggiore, maggiore altresì dev' essere la quantità del fluido sviluppato, per vincere in quello, l' inerzia del peso, e più completa nel tempo stesso dovrà essere l' accensione. Se dunque potesse conoscers' il tempo dell' infiammazione, e l' altro impiegato dal mobile a resistere, o bene se fosse conosciuto il rapporto di tali tempi, la nostra quistione sarebbe risoluta. Ma questa conoscenza ci manca, nè si vede altro mezzo da pervenire alla soluzione della quistione sulle camere, che quello di paragonare gli effetti delle diverse camere, di varia figura, ma della stessa capacità.

girà inutilmente del fluido elastico, prima della totale impressione; ma sviluppandosi nel tempo stesso, cioè prima della partenza del mobile dal sito della carica, una maggior quantità di tal fluido, maggiore velocità viene ne' primi istanti impressa al projetto.

Per riuscirvi noi supporremo , che comunicato il fuoco ad una carica, da un punto qualunque , il moto igneo propagandosi per istrati sferici , saranno nelle stesse circostanze , accese in due cariche nel tempo stesso , due sfere di eguali diametri ; e che quanto maggiore è la polvere accesa nel primo istante , più vivacemente il fuoco guadagnerà il resto della carica.

Si suppongano dunque all' esame tre mortari da 10 pollici , con camere della stessa capacità , e di diversa figura , contenenti la carica di 6 libre 8 once. La prima è cilindrica di 5 pollici 6 linee nel diametro di apertura : la sua profondità è di 8 pollici 3 linee e gli angoli nel fondo attonditi con quarti di cerchio, descritto con un raggio metà di quello della base di apertura. Il volume di questa camera sarà dunque di 189,739 pollici cubici (18). La seconda camera è un ci-

---

(18) Per determinare il solido della camera $ACFGDB$, (*Fig.* 12) si determini prima il cilindro $ACDB$, e poi il solido $CFGD$, formato dalla figura $OIGD$, ove $GD = 90^{\circ}$, girando intorno l' asse della camera OI. Si chiami perciò $IM = x$ nella linea delle ascisse , $Mp = y$ in quella delle ordinate , $MN = IG = a$, $KG = KD = r$. Sarà $NG = x$, ed $Np = y - a$. Ora essendo $Np^2 = 2rGN - GN^2$; sarà $y^2 - 2ay + a^2 = 2rx - x^2$; ma il primo membro è un quadrato perfetto ; dunque
$y = a + \sqrt{2rx - x^2}$, ed $y^2 = a^2 + 2a\sqrt{2rx - x^2} + 2rx - x^2$.
Ora essendo c la circonferenza del raggio 1 , la formola per la cubatura de' solidi di rivoluzione è $\int cy^2 dx$, dove

lindro quadrato, terminato nel fondo da una

---

sostituendov' il valore dell' y^2 diverrà nel nostrò caso

$$\int(a^2dx+2rcxdx-cx^2dx+2acdx\sqrt{2rx-x^2}),$$

che integreta dà $a^2cx+rcx^2-\frac{cx^3}{3}+2ac\times GNp$ (essendo $dx\sqrt{2rx-x^2}$ il differenziale dello spazio GNp), non essendovi costante, giacchè posta $x=o$, tutto è o. Si ponga ora $x=r=GK$, si avrà pel nostro solido

$$a^2cr+r^3c-\frac{cr^3}{3}+2ac\times \text{ quadrante } = a^2cr+\frac{2r^3c}{3}+\frac{ac^2r^2}{2}$$

(essendo cr^2 il cerchio del raggio r, ed il suo quadrante $\frac{cr^2}{4}$, che moltiplicato per $2ac$ dà $\frac{ac^2r^2}{2}$). Unita questa solidità al cilindro, si avrà la solidità totale della camera; ma nel nostro caso $a=r$: dunque si avrà

$$cr^3+\frac{2cr^3}{3}+\frac{c^2r^3}{2}=\frac{5cr^3}{3}+\frac{c^2r^3}{2},$$

che risoluta in fattori dà

$$cr^3.\left(\frac{5}{3}+\frac{c}{2}\right)=\frac{(33)^3}{8}\times 3,141\times\left(\frac{5}{3}+1,570\right),$$

chiamando $r=\frac{66 \text{ linee}}{4}=\frac{33}{2}$. Dunque $=45674,5321382$.

Ma il cilindro $=cr^2a$, chiamando a la sua altezza è

$$=3,141\times(33)^2\times\frac{165}{2},$$

essendo il raggio r del cilindro $=33$, ed essendo l' altezza $a=8^o,3'-\frac{33}{2}$, altezza della porzione determinata $=99^{\text{ linee}}-\frac{33}{2}=\frac{198-33}{2}$ intutto $=\frac{165}{2}$, il di cui va-

mezza sfera (19). Sarà dunque il diametro di apertura 5,6579, pollici ossia $5^{o},7',10''$, e la sua profondità $8^{o},4867$, ossia $8^{o},5',10''\frac{1}{2}$.

La terza camera è composta da un cono tronco, terminato nella sua piccola base, da un segmento sferico: la base più piccola del cono è $5^{o},3',11''$; l'altezza del segmento $2^{o},6',3''$; la distanza fra le due basi $6^{o},1'$. Dunque il diametro dell'apertura $=7^{o},0',9''$ (20).

---

linee

lore numerico $=282195,292$. Sicchè il tutto $=327869,824=189^{o},739$ cubici. (*Fig. 12*)

(19) La semisfera eguaglia il cilindro della istessa base, e dell'altezza $\frac{x}{3}$, chiamando x il diametro della sua base; dunque l'altezza del volume ridotto in cilindro è $\frac{4x}{3}$; la base è $\frac{cx^2}{4}$; dunque $\frac{4cx^3}{12}=\frac{cx^3}{3}$, sarà il volume; ma $c=3,141$; dunque $3,141\times x^3=189^{o},739$ cubici, ed $x^3=\frac{3\times 189^{o},739}{3,141}=181^{o},221$ cubici, ed $x=\sqrt[3]{181^{o},221}=5^{o},6579$.

(20) Si chiami a l'altezza del segmento, il suo raggio $=x$, il raggio della base $=b$; sarà $(x-a+x)a=b^2$, ed $x=\frac{b^2+a^2}{2a}$. Il segmento eguagliando il cilindro, che ha per base il cerchio descritto col raggio, altezza della porzione, e per altezza il raggio della sfera, meno $\frac{1}{3}$ dell'altezza del segmento, eguaglierà $\left(\frac{3x-a}{3}\right)a^2c$. Ma

Se per gli effetti dell' urto non dovessero riguardarsi, che gli orificii delle camere, saremmo sicuri, ch'essendo i valori trovati di $5^{\circ},6'$, $5^{\circ},7',10''\frac{1}{2}$, e $7^{\circ},0',9''$, corrispondenti nella tavola a $0,55$, $0,5652$, e $0,7$ del diametro di 10 pollici posto eguale ad uno; ossia a $920,915,865$; sarebbero le forze relative nella ragione di $920,915,865$; ossia la prima più vantaggiosa, e l' ultima più

$x = \frac{b^2+a^2}{2a}$; sostituendo sarà (*Fig.* 13)

$$\frac{3a^2cx - a^3c}{3} = \frac{3a^2c}{3} \cdot \left(\frac{b^2+a^2}{2a}\right) - \frac{a^3c}{3} = \frac{a^2cb^2+a^4c}{2a} - \frac{a^3c}{3}.$$

Si chiami d l' altezza del cono tronco, ed y il raggio della sua gran base; la media proporzionale fra i due raggi grande, e piccolo sarà $\sqrt{by}$. Dunque i tre cerchi de' raggi y, $\sqrt{by}$, e b essendo y^2c, cby, e b^2c; sarà la loro somma moltiplicata pel terzo dell' altezza del tronco, eguale al tronco stesso; ossia

$$(cb^2+cy^2+cby)\frac{d}{3} = \frac{cb^2d+cdy^2+cdby}{3} = \text{al cono tronco},$$

e $\frac{cb^2d+cdy^2+cdby}{3} + \frac{a^2cb^2+a^4c}{2a} - \frac{a^3c}{3}$ eguale a tutto il volume della camera

$$= \frac{2cb^2d+2dcy^2+2dcby+a^3c+3acb^2}{6} = 189^{\circ},739 \text{ cubici, ed}$$

$$y = -\frac{b}{2} \pm \sqrt{\frac{b^2}{4} + \frac{(189^{\circ},739)6 - 2cb^2d - a^3c - 3cab^2}{2cd}} =$$

$7^{\circ},0',9''$, mettendo ne' valori letterali i seguenti numeri $a = 2^{\circ},6',3''$; $b = a^{\circ},7',11''$; $c = 3,141$; $d = 6^{\circ},1^{\circ}$.

svantaggiosa. Ma non avendo luogo l' infiammazione istantanea, vediamo in quale di queste tre camere, si ha l' infiammazione più pronta, essendo successiva. Supponghiamo per questo, che il centro d' infiammazione si trovi in ciascuna nel mezzo del quadrante, che forma l' attondimento delle tre camere. Se si descrivono con questi centri, e collo stesso raggio, esprimente l'esplosione in un dato tempo, delle circonferenze, è chiaro, che la seconda camera racchiuderà maggiore spazio delle altre due (21). Si accen-

---

(21) Per assicurarsi dell' esposto, si vedranno tutte le possibili posizioni delle due prime camere, circa la situazione del loro centro d'infiammazione, le quali dando costantemente un vantaggio maggiore nella seconda, fuorchè in una posizione soltanto, ci faranno convincere che non bisognerà poi paragonare, che la prima alla terza, per essere sicuri dello svantaggio di quest' ultima sulle altre due.

Primieramente tre possono essere le situazioni delle prime due camere, circa alla posizione della loro lumiera: 1.° Se il centro di accensione si trovi nel centro degli archi di attondimento: 2.° Se si trovi nel principio degli archi stessi: 3.° Se infine sia nella prima camera nel principio, e nella seconda nel centro. Se sia *Fig. 13* nel centro in entrambe; è chiaro, ch' essendo gli archi di attondimento descritti con raggi disuguali, de' quali quello della seconda camera è maggiore dell' altro della prima; toccandosi questi due quadranti in un punto, il primo caderà totalmente nello spazio del secondo; per

derà dunque maggior carica in un dato tempo in quella, che in queste; sicchè dovrà essere più pron-

---

cui descritto con qualunque intervallo un arco di cerchio, il primo racchiuderà uno spazio minore del secondo.

Essendo (*Fig. 14.*) i centri nel principio dell' attondimento, le due pareti delle due camere si combaceranno da una parte, e toccandos' in un punto due archi di due quadranti, descritti con raggi disuguali, caderà il primo totalmente nello spazio del secondo, e lo spazio circolare d' infiammazione, descritto con qualunque intervallo, sarà minore nel primo caso, che nel secondo.

Nell' ultima posizione in fine (*Fig. 15.*) in cui nella seconda camera si mantiene nel centro, e (*Fig. 16.*) nella prima, nel principio, perciò, che dimostreremo, conforme ai nostri risultati; sarà in tal caso solo, maggiore lo spazio d' infiammazione *bemd* (*Fig. 16.*), dell' altro *bmed* (*Fig. 15.*) descritti entrambi col comune intervallo *db*.

Si supponga per quello descritto col raggio *db* (*Fig. 15.*) l' arco *anb*, che vadi all' estremità del quadrante: tirate *ab*, *cb*, sarà $abd = adb$, $abc = 45^\circ$. Essendo i tre angoli *edb*, *ebd*, $bed = 180^\circ$, sarà la metà della loro somma, ossia $adb + cbd = 90^\circ = abd + cbd = abc + 2cbd$; dunque $2cbd = 45^\circ$ (essendo $abc = 45^\circ$), e $cbd = 22^\circ \frac{1}{2}$. Ma

$$edb = 180^\circ - 2cbd = 180^\circ - 45^\circ = 135^\circ.$$

Essendo l' angolo $cbd = 22^\circ \frac{1}{2}$; sarà $adb = 67^\circ \frac{1}{2}$.

Si ha nel triangolo *abd*, $ab : bd = \text{sen.} 67^\circ \frac{1}{2} : \text{sen.} 45^\circ$, e $bd = \frac{ab \text{ sen.} 45^\circ}{\text{sen } 67^\circ \frac{1}{2}}$. Il cerchio dunque, di cui è parte il settore *embd*, sarà $\frac{c\overline{ab}^2 (\text{sen. } 45^\circ)^2}{(\text{sen.} 67^\circ \frac{1}{2})^2}$ (essendo

tâ l' infiammazione del resto della carica nella seconda camera, che nelle altre due. Ha dunque

---

$1:c = \frac{2ab.\text{sen}.45^\circ}{\text{sen}.67^\circ\frac{1}{2}} : \frac{2cab\ \text{sen}.45^\circ}{\text{sen}.67^\circ\frac{1}{2}}$ la circonferenza, che moltiplicata per la metà del raggio $\frac{ab\text{sen}\ 45^\circ}{2\text{sen}.67^\circ\frac{1}{2}}$ eguaglia $\frac{c\overline{ab}^2(\text{sen}.45^\circ)^2}{(\text{sen}.67^\circ\frac{1}{2})^2}$).

Ma il cerchio sta al settore come $360^\circ : 135^\circ$ (essendo questi gli archi su di cui poggiano, avendo eguali altezze, che sono la metà del raggio); chiamando dunque x il settore; sarà $\frac{c\overline{ab}^2.(\text{sen}.45^\circ)^2}{(\text{sen}.67^\circ\frac{1}{2})^2} : x = 360 : 135$, ed $x = \frac{135\ c\overline{ab}^2(\text{sen}.45^\circ)^2}{360.(\text{sen}\ 67^\circ\frac{1}{2})^2} = 751,39$ linee.

A questo settore bisogna aggiungervi le due porzioni circolari db, de; ma queste eguagliano il quadrante $aedb$, meno il doppio triangolo adb; ed essendo la superficie del triangolo $adb = \frac{ad \times bc}{2}$; sarà $2adb = da \times bc$; e facendo $1:c = 2ab : 2cab$; sarà questa la gran circonferenza del cerchio, che moltiplicata per $\frac{ab}{2}$ dà $c\overline{ab}^2$, il di cui quadrante è $\frac{c\overline{ab}^2}{4}$; e $bc = \sqrt{\frac{\overline{ab}^2}{2}}$, essendo $ac = cb$. Sarà dunque il doppio triangolo $= ab\sqrt{\frac{\overline{ab}^2}{2}}$. Dunque $\frac{c}{4}$. $\overline{ab}^2 - ab.\sqrt{\frac{\overline{ab}^2}{2}}$ sarà eguale alle due porzioni circolari

la seconda, il doppio vantaggio di un accensione più pronta sulla prima, e di questa unita ad

---

$=91,499$ linee. Dunque tutto lo spazio di accensione sarà eguale $\frac{135^\circ \cdot \overline{cab}^2 \cdot (\text{sen.}45^\circ)^2}{360^\circ \cdot (\text{sen.}67^\circ\frac{1}{2})^2} + \frac{c}{4} \cdot a\, b^2 - ab. \sqrt{\frac{\overline{a\,b}^2}{2}} =$ $751,39 + 85,1 = 836,49$ linee. Locchè si ottiene, adattando i valori numerici ai letterali, $bd = 25,2571$ lin., $ab = 33$ lin., $be = 2bc$; ma $bc = \sqrt{\frac{\overline{a\,b}^2}{2}}$; dunque $be = 2\sqrt{\frac{\overline{ab}^2}{2}} =$ $\sqrt{\overline{2ab}^2}$.

Si osservi ora la capacità della camera (*Fig. 16*); sarà $eo = \sqrt{\overline{b\,d}^2 - \overline{do}^2}$.

Ora per trovare il settore edb, si facci $ed : do = 1 : \text{sen.}deo = \frac{do}{ed}$. Ma $deo = nde$, e $bde = 90^\circ + nde$. Dunque $bde = 90^\circ +$ deo; ma adattando i valori di $do = 16,5$, e di $ed = bd = 25,2571$ si rileva il valore di sen. deo, essere di un arco di $40^\circ,47',2''$, Dunque $bde = 90^\circ + 40^\circ,47',2'' = 130^\circ,47',2''$. Facendo perciò $360^\circ : 130^\circ,47',2'' = \overline{cde}^2 : \frac{130^\circ,47',2'' \times \overline{ced}^2}{360^\circ}$, sarà questo il settore $= 727,91$ linee.

Per aversi lo spazio *emd*. Si sa, che questo eguaglia il triangolo *cod*, meno lo spazio mistilineo *mod*; ma il triangolo $= \frac{do}{2} \cdot eo$, ed $eo = \sqrt{\overline{ed}^2 - \overline{do}^2}$; dunque $= \frac{do}{2}$. $\sqrt{\overline{ed}^2 - \overline{do}^2}$. Lo spazio mistilineo eguaglia il quadrato di do, meno il quadrante; il primo $= \overline{do}^2$, ed il secondo $= \frac{\overline{cdo}^2}{4}$.

una minore apertura sulla terza. Il vantaggio pertanto della seconda camera sulla prima, è riposto nella posizione della lumiera. Se questa, nella prima camera, si portasse sul principio dell'attondimento del suo arco, e si lasciasse nella seconda tuttora nel centro, unirebbe la prima, ad una minore apertura, una capacità maggiore di accensione.

Se potesse in fine comunicars' il fuoco alla carica pel centro della base della camera, avrebbe sempre la prima camera maggiore vantaggio sulle altre due; minore apertura; minore profondità; ed accensione più pronta.

Ma noi abbiamo osservato, che tutti questi vantaggi, non fanno, che accelerare la rovina dell' arme, nè danno in fine quell' aggiustatezza ne' tiri, che si ottiene dalla camera conica. L'ac-

---

Dunque lo spazio suddetto $= \overline{do}^2 - \frac{c\overline{do}^2}{4} = \overline{do}^2\left(1 - \frac{c}{4}\right)$.

Sicchè lo spazio *emd* $= \frac{do}{2}\sqrt{\overline{ed}^2 - \overline{do}^2} - \overline{do}^2\left(1 - \frac{c}{4}\right)$.

Perciò tutto lo spazio di accensione *emda* $=$

$$\frac{130°,47',2'' \times c\,\overline{ed}^2}{360°} + \frac{do}{2}\sqrt{\overline{ed}^2 - \overline{do}^2} - \overline{do}^2\left(1 - \frac{c}{4}\right) =$$

854,19 linee. Ma lo spazio di accensione nella prima camera eguagliava *836,49* linee. È dunque sicura la proposizione avanzata.

cordo del primo difetto intollerabile, al secondo vantaggio inapprezzabile, ha fatto votare gli artiglieri per l'ultima camera.

La posizione della lumiera, contribuisce anche molto alla prontezza dell'accensione. Il tempo della sua durata è in qualche modo diminuito, se in vece del fondo, essa si trasporti verso la metà della carica. Essendo maggiormente piano il fondo della camera, la lumiera sita nel suo centro, darebbe un accensione più pronta, divenendo vie più grande lo spazio d' infiammazione in tempo determinato. Non essendo intanto il vantaggio, che si ricava dall' accensione più celere, giammai proporzionale agli svantaggi, che nel tempo stesso si ottengono dal gran tormento dell'arme, sarà questa sua proposta posizione, o poco, o nulla da riguardarsi.

Non dovendosi perciare la lumiera nel centro della carica, per evitare il gran tormento del pezzo, ma bensì ad una delle sue estremità, sarebbe più vantaggioso di perciarla all' estremo della carica verso la bocca, che nel fondo dell' anima; giacchè nelle circostanze eguali di accensione, la polvere si rifiuta in quest' ultimo caso ad accendersi, spinta insieme colla palla dalla parte già accesa, locchè non accade nel primo caso. Ma la facilità d' inchiodare i cannoni secondo questo metodo, e la difficoltà maggiore di pulire le anime de' pezzi, in ragione di

una spinta più grande di solfura di potassa verso il fondo dell'anima, hanno fatto svanire l'idea di tale posizione.

Ma qual sarà mai la direzione della lumiera rispetto all'asse dell'anima? Le sarà perpendicodicolare, o obliqua? Affettando la fiamma una direzione verticale, bisogna toglicre all'esplosione il mezzo da sfuggire con facilità per tale sito, per diminuirne la perdita, ritardarne l'evasamento, ed accrescere la forza della spinta verso la palla: la posizione obliqua della culatta alla bocca, riunisce questi vantaggi, e l'Europa non ha esitato un momento di prevalersene. Aveva già il gran Federico, fra le innovazioni apportate nella sua armata, accettato la posizione obliqua della lumiera ne'suoi fucili: non fu però mai la giusta idea, che li abbiamo assegnato, ma piuttosto la velocità maggiore data all'esecuzione dei fuochi, quella, che ne fissò il cambiamento: la bacchetta cilindrica di ferro, e la lumiera obliqua, raddoppiarono la velocità de'fuochi, ed un battaglione Prussiano, fece vedere con sorpresa nelle battaglie, gli effetti di tale innovazione.

L'obliquità accettata è di 100°, e con questo la forza di esplosione per la lumiera, sarà espressa dal seno dell'angolo suddetto, e non più dal seno massimo.

Per convincers'intanto, quanto poco si guadagni nelle piccole cariche dalla maggior pron-

tezza della infiammazione, volendola fare derivare dalla figura della camera, e dalla posizione ed obliquità della lumiera, e che il solo vantaggio delle camere consista nella ristrettezza limitata della loro apertura, non si hanno, che ad osservare le sperienze del Sig. Lombard. Egli caricò il pezzo da 24, colla lumiera nel fondo dell' anima, delle seguenti cariche; cioè 12 once, 1 libra, 1 libra $\frac{1}{2}$, 2 libre, 2 libre $\frac{1}{2}$, 3 libre, 3 libre $\frac{1}{2}$, 4 libre, 5 libre, 6 libre, 8 libre, 10 libre, 12 libre, e ne ottenne le velocità di 500, 575, 700, 809, 906, 989, 1065, 1132, 1250, 1320, 1425, 1475, 1530. Se l' accensione fosse istantanea, essendo le velocità come le radici delle cariche (22), sarebbero queste di 500 (23), 577, 707, 816, 913, 1000, 1080, 1155, 1291, 1414, 1633, 1826, 2000. Paragonando queste a quelle, la differenza è piccolissima, nè incomincia ad essere sensibile, e grande, che nelle forti cariche, al di là di 4 libre. Ora essendosi ri-

(22) Essendo la forza riguardata nello spazio proporzionale al quadrato della velocità, e la forza è proporzionale alla quantità della materia fluida sviluppata, ch'è proporzionale alla quantità della polvere. Dunque la quantità della carica è proporzionale in tale supposizione al quadrato della velocità; e quindi le velocità proporzionali alle radici delle cariche.

(23) Si ha il primo valore, adattando il valore della carica, nella prima formola, che ha fissato Euler, per le velocità in tale supposizione, e che noi daremo di seguito.

cavati 500 piedi di velocità, tanto nella supposizione dell'accensione istantanea, che dalla successiva, ne nasce, che le 12 once si accendono tutte, prima della partenza della palla, ed essendo insensibili le altre differenze di velocità sino alla carica di 4 libre, dovranno tutte siffatte cariche, accendersi prima della partenza della palla. Ma la carica di 12 once, è sufficiente per cacciare la palla, se anche questa fosse preceduta da un altro piccolo peso; bisogna così, che l' infiammazione sia rapidissima per cacciare egualmente la palla sino all' accensione delle 4 libre, tanto più, che tali cariche, occupando un altezza non maggiore del diametro della loro base, l'accensione vi perviene nel tempo stesso, che all' estremo del diametro; e se per le grosse cariche ciò non accade, questo dipende meno dal difetto nella rapidità di accensione, che dal dovere la fiamma percorrere un lungo spazio, locchè non accade ne' mortari, perchè la carica è minore; il diametro della capacità è qualche volta maggiore, raccorciandosi così gli estremi dell'accensione; e perchè si oppone dalla bomba una resistenza maggiore allo sviluppo della polvere, nata dal suo peso molto più grande della palla da 24.

Si è osservato, che la camera sferica, egualmente, che tutte le altre di una capacità curvilinea, pel tormento del metallo, e per le altre

ragioni addotte, sono da ributtarsi; e che la cilindrica ha, per la velocità che imprime al mobile, qualche vantaggio su quella, in forma di cono tronco, proposta dal Maresciallo di Gomer, e già accettata da tutta l' Europa. Ma non è il solo piccolo vantaggio della velocità quello, che deve ricavarsi dal getto delle bombe; quando sia accompagnata da un tormento maggiore nel metallo, che deve sempre riguardarsi come il primo difetto, sarà da trascurarsi.

Dalla forma della camera a cono tronco, ottenendos' il gran vantaggio di centrare le bombe, senza restarvi del vento, il tiro dovrà esser più lungo (se potesse farsi astrazione dal diametro maggiore di apertura, che ha questa camera sulle altre), perchè la bomba non soffre degli urti nell' anima; dovrà esser più giusto, perchè la pressione è nel centro di gravità; il mortaro non soffrirà, non essendovi gli urti delle bombe; il tempo del suo servizio sarà per questo più lungo, e si potrà ancora alleggerire il metallo, per la minore scossa, che ne riceve, e per la carica minore che li si potrebbe assegnare. Si otterrebbe la maggiore lunghezza del tiro, non già dalla quantità maggiore della carica, ma dalla maggiore lunghezza dell' anima, che li si potrebbe francamente fissare, non essendovi più quelle scosse distruttrici delle bombe, che la curvavano, e la rendevano col tempo inservibile.

Agendo la polvere nella sua accensione, per istrati sferici, ne risulta, che nella camera cilindrica, vi sarà sempre un piano di azioni, contro le pareti, e di reazioni verso il centro, ch' essendo perpendicolare all' asse dell' anima, non influirà sul mobile, mentre, che molto cospira alla rovina del metallo. Non essendovi nella figura conica alcuno di tali piani, ch' essendo perpendicolari o all' asse della camera, o alle sue parti, non rifletta la sua azione verso la bocca, facilitando l' uscita del mobile; ne nasce, che si guadagnerà in questa sorta di camera, sulla risultante di tutte le spinte sul mobile, se già si perdeva per la minor prontezza dell'accensione, ed il diametro maggiore di apertura.

Nella camera cilindrica, la bomba, nell'essere centrata coi cugnetti, lasciando sempre un anello circolare di vento, il fluido vi passerà ne' prim' istanti del suo sviluppo, ancora prima della mossa della bomba. Agirà con maggior successo nella sua parte superiore, dopo la mossa di quest' ultima, essendo ajutata dalla sua gravità una volta smossa. La bomba comprimerà il metallo: per un effetto di questa cagione, e pel successivo passaggio del fluido nel sito accennato, acquisterà essa un moto di rotazione, il quale è cagione tanto della diminuzione della sua portata, e della sua deviazione orizontale, e verticale, che della rovina del mortaro.

Dalle sperienze si è generalmente rilevato, che di tutte le cagioni, che tanto influiscono sulla variabilità delle portate; cioè densità dell'aria; quantità della polvere; sua qualità; peso della bomba; vento dell' anima, (tutto ne'limiti del giusto), quella forse, che meno vi contribuisce, e che un antico pregiudizio, ha sempre fatto riguardare come la più potente, è la qualità della polvere, considerata pertanto ne'limiti di una bontà ordinaria, e non già nello stato di un deterioramento deciso. Le sperienze in fatti hanno costantemente provato, che nelle cariche di 5 once di polvere, l'ottavo di un oncia d'incremento, ossia $\frac{1}{40}$, non dava più di 20 tese di aumento nelle portate, e che non essendovi giammai delle portate variabili fra di loro di 20 tese, in tutte le cariche di 5 once, diverse in qualità, non già per costruzione, ma divenute tali per accidenti sofferti, bisognava dedurre, che mai la differenza nascente dalla qualità della polvere in questa carica, produceva una variazione di $\frac{1}{40}$ della regolare, locchè è poco sensibile.

Per un lungo corso di osservazioni si è pervenuto egualmente a conoscere, che le graduazioni del mortaro, caricato colle stesse cariche, non davano delle differenze in portate, che cre-

scessero in quella ragione; ma, che dal 1° a 30°, le differenze erano talvolta sensibilissime, da 30° a 40°, sensibili, e da 40° a 45° quas' insensibili. Che il rapporto delle portate è in maggior ragione di quello delle cariche, e non già nella di loro ragione, come asserisce Robyns, dopo le sue sperienze. Questa ragione è altrettanto maggiore, quanto più piccole sono le cariche, accadendo il contrario per le grosse, crescendo per queste la resistenza dell'aria secondo il quadrato della velocità ne' moti lenti, e secondo il triplo quadrato ne' moti rapidi, locchè produce un ritardamento di velocità maggiore in ciascun istante del corso del mobile, il quale diminuisce conseguentemente le sue portate. Per convincersi della verità di questo fatto, riguardiamo le sperienze della scuola d' Auxonne; queste ripetute spesso hanno provato, che caricati i mortari da 8°, e 12°, il primo con 6 once, e con 12 once il secondo, si ottenevano delle portate di 133 tese; e che per colpire a 222 tese, vi bisognavano 7 once nel primo, e 17 nel secondo.

Ora se le cariche, seguissero la ragione delle portate, le seconde cariche, per colpire alla seconda distanza, avrebbero dovuto essere di 10 once $\frac{2}{133}$ nel primo, e 20 once $\frac{4}{133}$ nel secondo; ma 222 : 133 in maggiore ragione di 7 : 6 nel primo caso, e di 17 : 12 nel secondo; si

scorge dunque, che le portate, o gli effetti della esplosione, crescono in maggior ragione delle cariche.

Due cannoni di diverso calibro, caricati proporzionalmente ai pesi delle loro palle, e le di cui lunghezze sieno egualmente moltiplici de' calibri, danno costantemente delle velocità eguali nelle palle. Infatti essendo $fs=\frac{mv^2}{2}$; sarà $v^2=\frac{f}{m}$; ma la forza è proporzionale alla carica; chiamando dunque $f=c$, ed $m=p$; sarà $v^2=\frac{c}{p}$. Ma per ipotesi $C:c=P:p$; dunque $V^2=v^2$, ed $V=v$. Da questo principio si ricava ancora, che nella stess' arme, caricata diversamente, essendo p costante, sarà $v=\sqrt{c}$, ossia le velocità come le radici delle cariche, locchè potrebbe risparmiare la moltiplicità delle sperienze nella determinazione delle diverse velocità iniziali, se questa formola, non supponesse l' accensione istantanea, e quindi non fossse applicabile, che alle cariche, le di cui altezze non eccedano il calibro.

Se poi i cannoni egualmente costruiti, non avessero le cariche proporzionali ai pesi delle loro palle, essendo sempre $v^2=\frac{c}{p}$, sarebbero le velocità direttamente come le radici delle cariche, e reciprocamente come le radici de' pesi delle palle. Si sarebbe dunque sempre nel caso di de-

terminare le une, colla determinazione già marcata delle altre.

Se finalmente alla improporziune delle cariche, rapporto ai pesi delle palle, non si accoppiasse più la circostanza della proporzione accennata, fra le lunghezze delle anime, ed i calibri, nessuna ragione, o rapporto potrebbe più risultarne, eseguendosi l'accensione non più in ispazj, ne'quali il projetto resiste proporzionalmente alla di loro lunghezza.

Essendo il ritardamento, o la perdita di velocità, in ragion composta dalla quadrata de' diametri, e dall'inversa de'pesi, sarà semplicemente nell'inversa de'diametri de'mobili, se le velocità sono eguali. Dunque di due palle di diverso calibro, partendo colla stessa velocità, essendo minore la perdita di velocità in ciascun istante del corso nel più grande, tanto lo spazio descritto, che il moto risultante ne saranno maggiori. Dunque i pezzi piccoli sarebbero meno caricati de'grossi, se avessero i pesi delle cariche, proporzionali a quelli delle palle.

Se fossero divers'i calibri, e le velocità; chiamando D, e d, i diametri, V, ed v le velocità, P, e p le perdite delle stesse; sarà $P:p = \frac{V^2}{D} : \frac{v^2}{d}$. Se dunque $V^2 : v^2 = D : d$, le perdite saranno eguali; de' moti sarà maggiore quello del-

la massa più grande, e per un peso maggiore e per una velocità residua più grande.

Se finalmente non vi fosse nessun rapporto fra V^2, e D, o fossero essi reciprocamente proporzionali, seguendo la perdita, la ragion composta fissata, si sarebbe non solo nel caso di trovarne il rapporto colla diversa applicazione dei varj numeri alle lettere, ma di vedere anche un caso, nel quale i moti di due palle, al fine di un dato spazio, fossero eguali.

Da due principj egualmente sicuri; che le velocità cioè sono in ragion suddupplicata inversa de' pesi del mobile dello stesso volume, e cacciato dalla stessa forza di esplosione (24); e che le resistenze, che prova un mobile in un fluido, sono in ragion composta dalla diretta quadrata della velocità, e dalla semplice reciproca de' pesi; ne nasce, che ne' mezzi poco resistenti, ed in cui siano piccole le velocità, il vantaggio delle portate sarà pei pesi più leggieri sotto lo stesso volume, accadendo il contrario in circostanze

---

(24) Essendo $Fs = \frac{mc^2}{2}$, ed $m = DV$ (chiamando D, ed V la densità, ed il volume della massa m); sarà $F = c^2VD$; ma le forze di esplosione sono eguali per ipotesi; dunque $C^2VD = c^2ud$; ma $V = v$; dunque $C^2D = c^2d$, Dunque $C^2 : c^2 = D : d$; ma in questo caso le densità sono come i pesi. Dunque $C^2 : c^2 = P : p$, ossia $C : c = \sqrt{P} : \sqrt{p}$.

diverse, specialmente nelle bombe, che sotto di un gran volume, serbano un peso molto piccolo. Vi sarà dunque sempre un rapporto determinato fra il peso della bomba, e la carica del mortaro, per ottenersi da questa combinazione la portata più vantaggiosa. Sicchè il peso della bomba contribuisce molto sulle portate. Per giungere ad ottenere questa determinazione, bisognerebbe fondere delle bombe, che serbassero ne' loro pesi, la differenza costante di 10 libre, e che si portassero da 100 sino a 200 libre; se le portate di quelle di peso minore di 147 libre da noi usate sono maggiori, è segno, che le nostre sono più pesanti del giusto; sarà l' opposto in caso contrario. Sembra, che debba avvenire il secondo caso. Si perverrà così a qualche conoscenza, che ci manca, e che potrebbe molto giovare alla teoria del getto delle bombe.

COME IL NUOVO SISTEMA DI FONDERE I CANNONI, ABBIA POTUTO CONCILIARE I VANTAGGI DI UNA MAGGIORE DURATA, E DI UNA PIU' GRANDE LEGGEREZZA. SI DETERMINA LA COESIONE DEL METALLO, CHE SERVE ALLA FABBRICA DELLE BOCCHE A FUOCO. SI DETERMINANO LE GROSSEZZE DI METALLO, NELLE VARIE LUNGHEZZE, E SITI DELL' ANIMA.

La scala delle pressioni, già determinata, sarebbe per noi sufficiente a condurci alla determinazione delle varie doppiezze di metallo, ne' varj siti dell' anima di qualunque pezzo di artiglieria, conoscendosi la sua coesione, o la forza, che ne tiene unite le parti; ma il metallo non è sempre lo stesso: le circostanze di una fusa non sono mai simili a quelle di un altra: la perfetta miscela, ed il grado di cottura ne vengono alterate: il grado di calore, che acquista l' arme in azione, e le marche indelebili, che vi lasciano le palle, ci farebbero sempre dolere della scrupolosa esattezza de' nostri calcoli. Bisogna dunque, che il metallo, sia sempre un poco più doppio di quello prescritto dalla formola delle pressioni, non a segno però da renderlo molto gravante; quella leggerezza, che vanta la moderna artiglieria, verrebbe molto a soffrirne.

L' ipotesi dell' accensione istantanea, suppo-

ne una pressione molto maggiore di quella, che realmente si esercita contro le armi nell' accensione successiva. Se dunque noi dedurremo i nostri risultati, supponendo quella per vera, saremo sicuri di non ingannarci. La scala delle pressioni di Robyns, formata sull' ipotesi dell' accensione istantanea, in questo caso solo sarà presa da noi per guida, e la sicurezza de' nostri risultati, compenserà la strana ipotesi di questo autore.

L' esperienza ha dimostrato, che i pezzi di bronzo della nuova liga, potevano sostenere gli sforzi delle loro palle, avendo un peso eguale a quello della palla moltiplicato per 120, ne' pezzi di battaglia.

La riduzione del vento ne' pezzi di battaglia, da due linee alla metà, doveva fare meno soffrire al pezzo, e quindi la sua durata, doveva essere maggiore, sotto la stessa quantità di metallo, ed eguale in una minore. Questa modificazione, è stata dunque accettata con successo.

All'antico sistema di fondere i cannoni coll'anima, è successo il moderno di fonderli pieni, barenandoli di seguito; sistema il più vantaggioso, se voglia farsi astrazione dalla perdita maggiore di metallo nelle fuse, per lo sfreddo, cagionato da una massa più grande posta in azione; di una perdita maggiore di tempo nel barenarli, ed al doversi ottenere in ogni fusione, un numero minore di pezzi

fusi, per una conseguenza della prima ragione da noi esposta. Possono intanto quest' inconvenienti, presentati dal nostro sistema, essere bilanciati dagli altri, che presentava nell' antico, la difficoltà di mantenere concentrica l' anima nella forma, durante il tempo della caduta del metallo fuso: difetto imperdonabile, che per prevenirlo, e non distruggerlo, bisognava fare l' anima molto piccola di diametro, per aver campo da togliere col bareno tutto ciò, che per la sua curvatura eccedeva il vuoto suddetto. Ma sieno con indifferenza poco, o nulla riguardati questi svantaggi in entramb' i sistemi, osserviamo quale de' due, dà alla liga una forza maggiore.

L'esperienza ha sempre manifestato nelle sezioni delle masserotte di diversi volumi, fatte per qualunque direzione all' asse del pezzo, un grano egualmente grande in tutta la sezione di rottura, dal centro alla circonferenza; vie più grande in ragione di un volume maggiore, e sparsa di molecole di stagno anche più grosse, e distinte, crescendo il volume. Da che nasce questo risultato? Noi anderemo ad esaminarlo, e sarà la spiega di questo fenomeno, il fondamento stabile della nostra teorìa.

È indubitato, e l' esperienza, ce ne fornisce giornalmente delle pruove, che accade alle sostanze metalliche in dissoluzione, lo stesso, che alle saline, le quali disciolte, forniscono nel lo-

ro raffreddamento de' cristalli, tanto più piccoli, quanto è più pronta l'evaporazione del dissolvente, ossia i metalli consolidandosi, presentano un grano tanto più fino, che il fuoco loro dissolvente, possa più prontamente sfuggire; ma l'evaporazione è in ragione delle superficie, che i piccoli volumi hanno proporzionalmente più grandi de' grossi. Sarà dunque il grano più fino nei piccoli, che nei grossi volumi.

Che le molecole di stagno debbano separatamente apparire più grosse, essendo maggiore il volume, o il calibro del pezzo, risulta da un principio molto semplice. Se nello spirito di vino si versi un olio essenziale, di cedro per esempio, a maggior grado di saturazione, e molto si agiti la miscela, si vedrà scomparire l'olio; ma riposata la miscela, si vedranno dopo l'agitazione, formare de' piccoli globetti, per l'affinità di aggregazione, che insensibilmente cresceranno col tempo interposto, fra il riposo successo all'agitazione, ed il colare della materia; e che tali globetti non sono, che le parti dell'olio di cedro, sovrabbondanti al punto di saturazione. Deve accadere lo stesso alle parti dello stagno, sovrabbondanti al punto di saturazione del rame. Lo stagno, a misura, che cessa la cagione del moto, ossia la perdita del calorico, locchè succede dopo la fusione, giacchè il metallo nella forma non è come nella fornace in preda ad un fuoco straniero,

deve dico riunirs' in globetti, altrettanto più sensibili, grossi, e separati dalle parti integranti del bronzo, quanto maggiormente possa aver luogo l'affinità di aggregazione, cioè quanto è maggiore il tempo, che il metallo resta in fusione nella forma, quanto cioè è più grande il volume, o il calibro del pezzo.

Consolidandosi la miscela, non conserva quell' omogeneità, che presenta nel suo stato liquido. È sopra carica di stagno la parte, che avvicina la culatta, ed ecco perchè. Il fuoco ha una forza espansiva, che si determina maggiormente da basso in alto; debbono dunque passare nello stato di raffreddamento, prima le parti, che si avvicinano alla culatta, come le più basse, e poscia quelle, che se ne discostano, le quali oltre al calore, di cui sono impregnate, acquistano l'altro, che abbandona le parti basse della culatta. E siccome l' esperienza pruova, che un minor grado di calore di quello atto alla dissoluzione del rame, basta per mantenere disciolto lo stagno; così le particelle di questo metallo, che si discosteranno dalla culatta, e che sono perciò tenute per maggior tempo in liquefazione, dovranno perciare, attesa la loro gravità pei pori del metallo quasi consolidato, ch' è il sottoposto, e nascere evidentemente da questo principio, la sovrabbondanza dello stagno nella culatta, una minore nel centro della massa, e

quasi priva di stagno trovarsi la massarotta, la di cui maggiore debolezza, e spongiosità, sufficientemente comprovano la mancanza di questo metallo, che promuove la durezza nella liga.

Da ciò, che si è detto si rileva, ch' essendo scarsissima di stagno la massarotta, dev' essere abbondante di questo metallo il cannone; ma dovendo sfuggire lo stagno dalla superficie interna della forma, e correre verso il centro della massa, la parte dell' anima, che si toglie col bareno, essendo sopracarica di questo metallo, lascerà non solo la parete interna dell' anima di una maggior durezza, per cagione dello stagno, che vi si trova, ma il resto del metallo manterrà maggiormente la proporzione della liga.

Sfuggendo ne' cannoni di antico metodo, lo stagno da entrambe le superficie di contatto, si riconcentrerà nel centro della doppiezza della massa. Essendo questa sopracarica del suddetto metallo, era molto frangibile; e la parete interna dell' anima, che sarebbe divenuta dura non già per la qualità del metallo, ch'essendo sopracarico di rame doveva esser duttile, ma per la crosta, dovendosi questa togliere col bareno, si rimandava in quello stato di debolezza, che l'abbondanza del rame aveva sufficientemente stabilita.

Ne' mortari, in cui l'esplosione nelle camere è più vivace, bisogna dalla parete interna delle

stesse appartare quel metallo, che si pone facilmente in fusione, qual'è lo stagno; il fonderli dunque coll'anima è una conseguenza ben giusta.

Coerentemente a ciò, che si è detto risulta, che presentando il cannone per l'antico metodo, una maggiore superficie di contatto colla forma, che pel moderno, proporzionalmente alle rispettive masse, il grano del metallo dev'essere più fino, e di una densità più uniforme; locchè ridonda pertanto in isvantaggio della coesione, giacchè la prontezza del raffreddamento ha impedito, che le ramificazioni metalliche molto estese, e molto intrecciate, abbia potuto avere tutto il tempo da formarsi. La cristallizzazione imperfetta delle materie, alle quali manca una delle circostanze, dovute ad ogni cristallizzazione, cioè il tempo, lo pruova a sufficienza in Minerologia.

Sono dippiù dovute allo sviluppo delle sostanze espansibili, racchiuse nelle forme, e sviluppate dal calore della fusione, le cavità, che s'incontrano sulla superficie de' pezzi. L'antico metodo dunque, che presentava ne' pezzi, una superficie di contatto colla forma, maggiore del moderno, accresceva le cavità, e si era in obligo, per farle sparire, di passare inevitabilmente il bareno, che doveva assolutamente togliere quella crosta interna, nella parete dell'anima,

sulla forza della quale , tanto fidavano i partigiani dell' antico sistema.

Essendo in fine per ciò, che si è detto, più subitaneo il raffreddamento nell' antico sistema, alle cavità incontrate per azzardo nel centro della massa, gli viene affatto precluso il mezzo da guadagnare la superficie della massarotta, locchè altera la forza del metallo.

Se potesse dunque trovarsi un mezzo, onde fermare invincibilmente l'anima nell'antico sistema, col vietare le sue mosse in tempo della fusione, resterebbe pure per tale riguardo questo sistema al di sotto del moderno.

Rileveremo facilmente da principj esposti, che crescano le imperfezioni, al crescere della massa, e della superficie di contatto. I pezzi dunque di più gran calibro, manterranno nelle loro parti maggiore debolezza, che i più piccoli, e gli effetti distruttori, prodotti dal peso maggiore delle palle, accompagnate ordinariamente da una maggiore velocità, e sicuramente da una più grand'esplosione, ne saranno proporzionalmente più grandi; la loro durata sarà dunque più breve, ed i tiri in minor tempo diverranno più inesatti.

Se si potessero colare i cannoni, facendo, che il metallo s'intromettesse nelle forme per la loro parte più bassa, l' aria, e lo sviluppo delle parti espansibili racchiuse nella materia

delle forme, guadagnerebbe sempre la superficie superiore delle stesse, e non restando per niente immersa nel metallo, ne diminuirebbe la sua debolezza. Ma questo mezzo non si è ancora adoperato nelle fonderie, e probabilmente non si userà mai, per l' impossibilità della sua esecuzione. Infatti per fare pervenire secondo questo metodo il metallo, dalla parte più bassa della forma, ad un altezza notabile al di sopra della bocca del cannone, che si fonde, cioè alla parte più alta della massarotta, vi bisognerebbe un tubo sufficientemente largo, e lungo, anche più del cannone, e della sua masserotta, tutto ripieno di metallo liquefatto, acciò la pressione di questo facesse salire quello dal cannone nell' alto della forma, essendo tale la legge de' fluidi. Questo non solo recherebbe un estremo imbarazzo, per lo spazio occupato dalle forme nella fossa; ma l' eccedente quantità di metallo posta in fusione, per ottenersene una fusa minore della sua metà, unita alla difficoltà di mantenere il metallo per sì lungo tempo, e dopo il contatto di tante superficie, nello stato di liquidità, accrescendone sempre più gli ostacoli all' esecuzione, mette questo progetto nel numero degl' immaginarj.

Risulta da tuttociò, che si è detto, che non essendo il metallo composto, omogeneo in densità, e resistenza da pertutto, le sperienze fissa-

te per determinarne la coesione, saranno in qualche modo imperfette, dipendendo dalla grandezza de' volumi, e dalla figura della forma de' saggi. Per prevenire intanto, e metterci al coverto dagli effetti di questa imperfezione, abbiamo avuto la cura di eseguire tali saggi, su di alcuni pezzi di bronzo, altrettanto doppj, che il maggiore rinforzo assegnato ai cannoni del più gran calibro.

Nello sviluppo del fluido elastico nell' interno di un pezzo di artiglieria, dovrà riguardarsi come potenza, il suo sforzo contro il metallo, e come resistenza, la coesione di quest'ultimo. Per ottenersi dunque l' espressione dell' equilibrio fra queste due forze, bisogna ridurle alla stessa natura, per sottoporle al calcolo. Il metodo dunque di ridurre in peso, tanto la pressione del fluido elastico della polvere accesa, che la coesione del metallo nello stato di sua maggiore debolezza, o di massimo riscaldamento, dopo moltissimi tiri, sarà il più giusto per noi. Il primo è stato già trovato eguale *2240.ns* libre parigine, ed il secondo si otterrà, fondendo varj metalli, della stessa liga, della medesima figura, ma di diversa grandezza nelle superficie di unione, che noi chiameremo di rottura, affin di avere nel medio risultato, la vera coesione.

Sottoposti gli anelli opposti del solido di bronzo *ABCED* (*Fig. 17*) al gancio di una ca-

pra, ed a quello di una tara, che sostiene dei gravi pesi, che vanno gradatamente crescendo, si giungerà finalmente ad un peso, ch'essendo maggiore della forza, che sostiene la liga delle parti metalliche, già riscaldate alla temperatura, che un cannone acquista nell' azione più vivace di una campagna, produrrà una rottura, la quale non potendo succedere, nè negli anelli, che sono di dimensione molto maggiore della superficie di unione, nè in altre parti del solido, che hanno la stessa circostanza, dovrà regolarmente succedere comunque nella più piccola. Chiamando f^2 la media superficie di rottura, p il peso medio, che l' ha prodotta; sarà $\frac{p}{f^2}$ la coesione del metallo, essendo in ragion diretta del peso, e reciproca della sezione di rottura.

Tale operazione è stata da noi praticata nella fonderia, su due pezzi di bronzo, della forma espressa nella figura 17. della migliore qualità ne' componenti, e della proporzione già fissata di *11 : 100* fra lo stagno, ed il rame: un piede cubo di questa liga pesava 489,1 libre.

Un esperienza precedente avendoci già fatto conoscere, che un cannone da 4, dopo di aver tirato 60 colpi di seguito nel brevissimo tempo di *12'*, faceva col suo calore montare a $32^{\circ}\frac{1}{2}$ il mercurio nel termometro di Reaumur, ci fece dare ai tronchi dell' esperienza la stessa temperatura.

Si sono ottenute due sezioni di rottura, la prima di 26,397 linee, e la seconda di 10,825 linee, prodotte da pesi di 3726,0076 libre la prima, e 1994,2526 libre la seconda. Questo ci ha fatto conoscere, che per produrre quella di un pollice quadrato, vi bisognavano 2213o libre numero rotondo; ma $q=\frac{p}{f^2}$, ed $f^2=1$ in questo caso; dunque $q=p=22130$ libre.

Questo valore della coesione sarà da noi sostituito nelle formole, in tutte le applicazioni, che ne faremo.

Debba in primo trovarsi la doppiezza di metallo attorno alla lumiera, e quindi attorno la carica, cioè la doppiezza del primo rinforzo. Si chiami a l' altezza della carica, essendo $2cr$ la circonferenza del raggio r; sarà $2acr$ la superficie semplice del vano da essa occupato, e chiamando x la doppiezza richiesta; sarà ax la sezione di rottura in un sito del vano della carica, ed essendo q la coesione in un pollice quadrato; sarà aqx la resistenza del metallo in tal parte. Ma la forza della polvere, applicata alla superficie del vano, eguaglia $2acrfn$, chiamando $f=16000$ (25) ed n il

(25) La pressione atmosferica eguaglia la colonna d' acqua di 32 piedi di altezza. Supponendo un pollice quadrato la superficie di rottura, come si è assegnato alla determinazione della coesione; sarà 384 pol. cub. la colonna, del peso di 16 libre; ma $n=1000$; dunque $f=16000$.

rapporto della carica al numero delle libre di polvere, che equivalgono alla pressione espressa da *16000* libre (26). Dunque per l'equilibrio, si avrà $2acfrn=aqx$, ed $x=\frac{2frn}{q}$.

---

(26) I principj hanno fissato, come vedremo qui sotto, la forza del fluido nella polvere di *140* tese, essere di *16000* libre. Ma sarà questo in tutte le cariche? no: al variare della quantità della polvere, e della grandezza, e figura del recipiente, tutto deve variare. Noi dunque avremo non solo riguardo alla grandezza degli spazj di sviluppo, che saranno sempre nelle formole riguardati come reciprocamente proporzionali alle forze della polvere, ma alla quantità $f=16000$, che dovrà sempre avere per coefficiente la grandezza, che addita il quoto della carica, divisa pel numero delle libre, che producono la f in ciascun calibro. Vediamolo nel pezzo da 24. Dapprima è indubitato, che la forza di attrazione, o la gravità, che obliga i corpi ad avvicinarsi al centro della terra, è in ragione delle masse; dunque la palla da 24 sarà al peso di *16000* libre, ch' esprime la pressione della polvere $=1:666$, ed in questa ragione saranno le forze; ma sono ancora come i quadrati delle velocità, e nel primo secondo quella di un corpo espresso da uno, è *15,1* piedi, il di cui quadrato della velocità equabile è *902,04*. Facendo dunque $1:666=902,04:600758,64$, la di cui radice $=775$ piedi numero rotondo, esprimerà la velocità appartenente alla forza f; ma questa corrisponde alla velocità della palla da 24, cacciata con *1,64* libredi polvere di *140* tese, la migliore, che noi conosciamo. Dunque il numero delle libre di una

Ma questa doppiezza di metallo è eccedente, giacchè suppone, che tutto lo sforzo della polvere si eserciti in questa parte, locchè non è: vi sono delle pressioni eguali, e contrarie, che si distruggono, senza agire in tal sito.

Si è generalmente, e falsamente creduto sinora, che le due sezioni di rottura, prodotte dallo sviluppo della polvere, e site nel prolungamento di uno de' diametri del cerchio, che forma il taglio della carica, perpendicolare all'asse del pezzo, lo fossero per effetto del disgiungimento istantaneo delle due parti del tronco cilindrico, vano della carica. Ma nel riguardare l'affare col massimo grado di precisione, ci convinceremo, che se il cannone avesse in tutt'i punti della sua doppiezza una tenacità costante; se non vi fossero delle cavità sensibili nel metallo incertamente sparse in tutta la sua doppiezza; ed infine se il fluido elastico, prendesse il suo sviluppo nel centro della massa della carica, che dovrebbe per altro essere sferica, per la forza costante della sua diramazione; e se questi non

---

data carica, diviso per *1,64* nel pezzo da *24*, esprimerà il coefficiente *n* in vantaggio della resistenza. Nel pezzo da 16, bisogna dividere la carica per *1,642*, ch'è quella, che dà *949* piedi di velocità della qualità di *140* tese. Si eseguirà lo stesso por gli altri pezzi, e per ciascuno si rinverrà la quantità *n*.

fosse bizzarro ne' suoi effetti, saremmo sicuri, che cedendo il cannone per la sua marcata debolezza, in rapporto alla forza di esplosione, dovrebbe avere infinite sezioni di rottura; ma queste supposizioni sono chimeriche nel fatto, e bisognerà sempre supporre, che vi sia un luogo di minima resistenza, contro del quale incominceranno a svilupparsi gli effetti dell' esplosione, seguendo sempre più per tale sito una volta rotto.

Ma questa iniziale rottura eseguendosi attorno il punto opposto del diametro, accresciuto del corrispondente rinforzo, produrrà necessariamente in tal parte una seconda sezione di rottura. Avrà la potenza, nel raggio del cerchio interno la leva del suo momento, ed avendo la resistenza nell' estremo del diametro prolungato il punto di appoggio de' suoi momenti, avrà per leve corrispondenti le distanze da tale punto ai centri di gravità delle sezioni di rottura; una cioè sarà $2r+\frac{3x}{2}$, e l'altra $\frac{x}{2}$, chiamando x la doppiezza del rinforzo. Noi anderemo a determinare il loro equilibrio.

Esprima *CBH* (*Fig. 18.*) il taglio per la lumiera perpendicolare all' asse del pezzo. Calata sulla corda *BC* dell' arco *BC*, chiamato x, la perpendicolare *Gf*, è sicuro, che *Bf* sarà il se-

no d'$\frac{x}{2}$: è chiaro egualmente, ch' essendo *BH* doppia di *Gf*, sarà eguale $2\cos.\frac{x}{2}$, e che agendo per *GB* la forza del fluido elastico, nella produzione del suo effetto, e dovendo cedere l'arco *BC* verso *C*, girando attorno la leva *BH*, non sarà tutta la forza assoluta *BG* quella, che agirà, ma di essa quella parte soltanto, che agisce secondo la direzione marcata *BC*, perpendicolare a *BH*: la perpendicolare *Gf* da noi già calata, farà, che nella decomposizione della forza *GB*, la sola *fB*, facci realmente azione nel distaccare la parte *C*; ma $GB : fB = r : \text{sen}.\frac{x}{2}$, ossia $f : y = r : \text{sen}.\frac{x}{2}$, ed $y = \frac{f\,\text{sen}.\frac{x}{2}}{r}$. Dunque il momento della potenza, che eguaglia la forza nel prodotto della sua leva, e della piccola superficie (la superficie $= dx$, la leva $= 2\cos.\frac{x}{2}$, e la forza $= \frac{f\,\text{sen}.\frac{x}{2}}{r}$) sarà eguale $\frac{2\,\text{sen}.\frac{x}{2}.\cos.\frac{x}{2}}{r}$ $\times \frac{f\,dx}{r}$; ma $\frac{2\,\text{sen}.\frac{x}{2}.\cos.\frac{x}{2}}{r} = \text{sen}.x$. Dunque il

momento $=fdx$ sen. x, il di cui integrale sarà $\int fdx \text{sen}.x+C=-fr \cos.x+C$ (27). Ora nel punto C, $x=0$, e lo sforzo di C verso B è zero; dunque $-fr \cos.0+C=0$, e $C=fr \cos.0=fr^2$. Si avrà dunque sostituendo $fr^2-fr \cos.x$ per lo sforzo di CB attorno la leva BH. Posta $x=90°$, lo sforzo sul quadrante sarà fr^2, e quindi in tutta la circonferenza $4fr^2$, e per tutto il luogo della carica $4far^2$, e dando ad f il coefficiente n, sarà $4fnar^2$. Ma il momento della resistenza, le di cui leve sono $2r+\frac{3x}{2}$, ed $\frac{x}{2}$, le superficie di rottura $2ax$, e q la coesione, eguaglia $2aq(x^2+rx)$. Per l' equilibrio sarà $4fnr^2a=2aq(x^2+xr)$, ed

$$x=-\frac{r}{2}\pm\sqrt{\frac{2fr^2n}{q}+\frac{r^2}{4}}.$$

Ma non è tutto lo sforzo della polvere quello, che si esercita sulla parete cilindrica; vi è quella parte, che nel tempo stesso s' impiega sul fondo dell' anima, e sulla palla. Supponendo il centro d' infiammazione o nel centro della carica, o in quello della sua base, sempre i soli due terzi vengono a manifestare la di loro azione sulla

---

(27) È chiaro riguardando la figura 19, in cui $MB=x$, $OB=r$, $Mm=dx$, e $Pp=-$ differ: cos.x.

parete sudetta. Nella formola dunque , fn , diviene $\frac{2fn}{3}$, e quindi $x=-\frac{r}{2}\pm\sqrt{\frac{4fr^2n}{3q}+\frac{r^2}{4}}$.

Se ne facci un applicazione al pezzo da 24, in cui $r=2,818$, ed $n=8$: $1,64=4,878$.

$L\,4=0,6020600$

$L\,f=4,2041200$

$L\,r^2=0,8998820$

$L\,n=0,6882418$

$Com.\,3=9,5228787$

$Com.\,q=5,6550186$

$1,5722011$, il numero è $37,34$; ma

$L\,r^2=0,8998820$

$Com.\,4=9,3979400$

$0,2978220$ il numero è $1,985$. Dunque

$\frac{4fr^2n}{3q}+\frac{r^2}{4}=37,34+1,985=39,325$, il di cui log. è $1,5946135$, la metà è $0,7973067$, il numero è $6,27$; ma

$\frac{r}{2}=1,409$. Dunque

$x=4,861^{\circ}$.

Doppiezza minore di quella fissata dalla nostra ordinanza di $0,652^{\circ}$, quantità molto grande, avendo anche riguardo all' imperfezione della liga, agli accidenti della fusione, ed all' aumento da darsi

all' x, esprimendo essa lo stato dell' equilibrio soltanto. Ricavandos' intanto il tiro massimo nel pezzo da 24, dalla carica di 12 libre, metà cioè del peso della palla, e dando questa, nell' applicazione ai valori numerici, $x=6,206$, maggiore di quella, che hanno i cannoni di tale calibro, questi dovrebbero crepare. Fortunatamente per noi, la polvere di 140 tese non è nelle nostre polveriere, e rarissimi sono i casi, che la carica di 12 libre, è posta in uso. Noi vedremo, che colla polvere di 105 tese, forse la migliore, che adopriamo, la doppiezza x risultando di $5,23^{a}$ nella carica di 12 libre, minore di quella fissata dalle costruzioni di $0,283^{a}$, dà al metallo una sufficiente resistenza al suo lungo servizio.

Nel pezzo da 4

$L\,4=0,6020600$

$Lf=4\;2041200$

$Lr^{2}=0,3834608$

$Ln=9,8115750$ di $0,648$

$Com.3=9.5228787$

$Com.q=5.6550186$

$0,1791131$, il numero è $1,51$; ma

$\frac{r^{2}}{4}=1,985$

$3,505$, il log. è

$0,5446880$, la metà è

$0,2723440$, il numero è

$1,872$; ma

$\frac{r}{2}=0,777$

$1,095$; ma le costruzioni fissano
$2,333$. Dunque è maggiore del
giusto di $1,238^o$, quantità grandissima e tale, che volendo anche dare $0,6^o$ in vantaggio della cattiva qualità della liga, de' difetti della fusione, del lungo servizio, e del fuoco violento, resta sempre il cannone inutilmente sopracarico di metallo: questo accresce l' imbarazzo de' trasporti, e del servizio. Attenderemo dunque con premura, che la diminuzione di metallo da noi trovata ragionevole pel bene del servizio, possa venire un giorno a quel fine, a cui sono giunte quasi tutte le innovazioni proposte, ed accettate nel sistema di artiglieria. Sarà quello, che abbiamo fissato, il limite della maggior leggerezza, di cui sono suscettibili i cannoni.

Voglia trovarsi la doppiezza di metallo in culatta. Quantunque, dello sforzo totale della polvere fn, applicato sul fondo dell' anima cr^2, non se n' eserciti nel primo istante dell' esplosione, che il solo sesto, impiegandosi l' altro sesto sulla palla, ed i rimanenti due terzi sulla parete cilindrica della carica, pure perchè dopo tale istante, gli sforzi si confondono, e tanto nel corso progressivo della palla nell' anima, che nel momento di sua uscita dalla bocca del pezzo, l' intera colonna di fluido elastico sviluppato,

agisce tutta sul fondo, locchè produce il rinculo di esplosione; dovrà così darsi alla culatta quella doppiezza di metallo, capace a sostenere l' intero sforzo fn, per la sicurezza de' risultati, tanto più, che qualche linea di vantaggio in altezza, sulla superficie del fondo dell' anima, non accresce al pezzo un peso considerevole. Essendo dunque $2crx$ la superficie di rottura, chiamando x la doppiezza in culatta, sarà $2crqx$ la resistenza, che equilibrando la potenza, fisserà l' equazione $fncr^2=2crqx$, ed $x=\frac{fnr}{2q}$.

Se ne facci un applicazione allo stesso pezzo da 24, colla carica di 8 libre di 140 tese.

$$
\begin{aligned}
Lf &= 4,2041200 \\
Lr &= 0,4499410 \\
Ln &= 0,6882418 \\
\text{Com. } 2 &= 9,6989700 \\
\text{Comp.} q &= 5,6550186 \\
\hline
& 0,6962914
\end{aligned}
$$

, il numero è 4,969 minore del rinforzo fissato in culatta nelle costruzioni di $0,544^0$, quantità molto grande.

Intanto colla polvere di 105 tese, la migliore forse, che noi conosciamo, essendo 12 libre la carica, si ricava $x=5,602^0$, maggiore del giusto di $0,089^0$, quantità piccolissima e che viene sempre rimpiazzata dalla doppiezza data alla gola, fra la culatta, ed il bottone.

Ciocchè si è detto sinora è pei cannoni, e sarebbe egualmente applicabile ai mortari, se la camera di questi ultimi si fosse mantenuta cilindrica. Noi abbiamo dimostrato i difetti di questa camera, e molto più della sferica, come abbiamo provato i vantaggi di quella in forma di cono tronco rovesciato, colla base minore nel fondo della camera. Per non lasciare però niente a desiderare, tratteremo egualmente della determinazione della doppiezza di metallo attorno le camere de' mortari, supponendole di qualunque di tali figure, tanto più, che per un epoca considerabile, dall' invenzione cioè di quest' arme ai dì nostri, tali figure nelle camere sono state le più usate, ed anche perchè la formola, che saremo per fissare, riguarda particolarmente la doppiezza da darsi alle bombe, dove il caso è simile a quello, che ne proporremo nella soluzione.

Per la cilindrica non v' è niente a chiedere di più di ciò, che si è detto per la determinazione dell' x, ed y, nelle due formole, riguardanti le doppiezze di metallo, attorno la lumiera, e la culatta de' cannoni.

Per la sferica, la sezione di rottura deve succedere in un piano, che divide per mezzo il vano sferico, essendo eguali le pressioni esercitate per direzioni contrarie ne' due emisferi. Agendo intanto le pressioni dal centro alla circon-

ferenza, per la direzione, ed attività de' raggi del vano suddetto, non agiranno nel distaccare un emisfero dall' altro nella direzione proposta delle tangenti, che per una delle componenti della forza totale, espressa dalla perpendicolare al diametro, restando nulla in quest' azione di rottura l' altra, che ne segue la sua direzione.

Delle forze AB per esempio, le sole GB tenderanno a disgiungere i due emisferi, per produrre la sezione $IFKR$ (*Fig.* 20).

Sia per questo $BK=y$, $AH=x$, ed il raggio del vano $AK=r$. Si tiri MO infinitamente prossima a BQ; sarà $MN=dx$, $BN=dy$. Supponendo $1:c$ il rapporto del raggio alla circonferenza, del raggio BH, ne sarà cy la circonferenza, e $cy\sqrt{dx^2+dy^2}$, la superficie infinitesima della zona $BMOQ$; ma per la simiglianza de' triangoli, $\sqrt{dx^2+dy^2} : dx=cr : cy$; dunque $crdx= cy\sqrt{dx^2+dy^2}$, sarà l' espressione della superficie suddetta. Ma la forza assoluta è alla relativa, come il raggio, al seno d' incidenza; ossia (chiamando z la relativa) $f:z=r:x$, e $z=\frac{fx}{r}$, per l' effettiva forza relativa, che distacca l' emisfero nella direzione GB, che moltiplicata per la superficie $crdx$, dà l' effettiva forza $\frac{fcrxdx}{r}=fcxdx$, la di cui sommatoria $\frac{fcx^2}{2}=fcx^2$ per tutto il va-

no sferico $=fcr^2$, divenendo in tal caso $x=r$. Chiamando z la doppiezza di metallo, sarà la superficie dell' anello piano, divenuto sezione di rottura $=cz^2+2crz$; ma q esprime la coesione; dunque nel caso dell' equilibrio si avrà $fcr^2=(cz^2+2crz)q$, e $z=-r\pm r\sqrt{\frac{f}{q}+1}=r\left(-1\pm\sqrt{\frac{f}{q}+1}\right)$.

Se ne facci un applicazione al mortaro a Piazza, che noi montiamo sulle barche bombardiere, e mettiamo nelle batterie di costa. Il raggio della camera sferica di questo mortaro è $4,377^{o}$; la carica massima nel vano sferico, sarà dunque 13 libre. Sicchè n della qualità di 140 tese avrà per logaritmo 0,8990541

$Lf=4,2041200$
$Ln=0,8990541$
$Com.q=5,6550186$
$0,7581927$, il numero è
$5,73$, si aggiunga l' unità
1
$6,73$, il di cui logaritmo è
$0,8280151$, la metà è
$0,4140075$
$Lr=0,6411765$
$1,0551840$, il numero è
$11,35$; ma
$r=4,377$

Dunque $z=6,973^{o}$. Ma la doppiezza assegnata dalle costruzioni è $8,733^{o}$. Dunque è molto ecce-

dente, essendo al dì là del giusto di $1,76°$. E se i mortari di questa sorta, sono crepati nell' assedio di Genova del 1799, questo è successo non già nella camera, ma verso la gioja, dove sono deboli, tanto più, che la bomba avendo un vento fin dal momento della sua partenza dal sito della carica, urtava decisivamente contro l' orificio di entrata dell' anima, dove forse la cattiva qualità della liga augumentava i suoi effetti (*Fig.* 24).

Sia conica finalmente l' anima del mortaro. Sia in $GCDI$ (*Fig.* 21.) racchiusa la carica, che si suppone in un subito tradotta in fluido elastico. Sieno ML, ml, due ordinate infinitamente vicine fra loro, e sia FE l' asse del mortaro. Esprima al solito fn, la forza del fluido elastico racchiuso nella capacità $GCDI$, c il coseno di GCO, $ML=x$, $GH=b$, $EC=a$, Sen. $GCO=s$. Sarà $Mm=\frac{rdx}{s}$, e la forza, che perpendicolarmente agisce in qualunque punto della direzione $GC=\frac{fnc}{r}$, e quella sull' elemento $Mm=$ $Mm\times\frac{fnc}{r}$. Ma $Mm=\frac{rdx}{s}$. Dunque $\frac{frncdx}{rs}=\frac{fncdx}{s}$. Ora si è detto, che nel cerchio la forza, che cagiona la rottura $=4fnr$ (dove r è il raggio). Posto dunque in vece del valore generico della forza espresso da fn nella formola $4fnr$, ciocchè abbiamo trovato in fn; sarà tale forza

eguale $\frac{4fncxdx}{s}$, (essendo il raggio r nel nostro caso espresso da x), che integrata dà $\frac{2fcnx^2}{s}+C$.

Ora nel principio della camera, dove $x=a$, essendo $\frac{2fnca^2}{s}+C=o$; sarà $C=-\frac{2fnca^2}{s}$, e sostituendo, la forza $=\frac{2fncx^2-2fnca^2}{s}$; e porta $x=b$, sarà $\frac{2fncb^2-2fnca^2}{s}$ per tutto il luogo della carica. Ma $GC=\frac{(b-a)}{s}.\ r$. Dunque essendo x la doppiezza del metallo per tutto il luogo della carica, le sezioni di rottura, che nasceranno, moltiplicate per le loro leve, che all' ordinario sono $2r+\frac{3x}{2}$, ed $\frac{x}{2}$, daranno per momento della resistenza $(2r+2x)\ \frac{(b-a)}{s}.\ rqx$. Ma la potenza essendo espressa da $2fcn\ \frac{(b^2-a^2)}{s}$ in tutto il luogo della carica, moltiplicata pel raggio r, ch' è la sua leva, dà per momento $2fcnr\ \frac{(b^2-a^2)}{s}$. Dunque per l' esistenza dell' equilibrio, si avrà $(2r+2x).\ \frac{(b-a)}{s}.\ rqx=2fcnr\ \frac{(b^2-a^2)}{s}$, ed

$$x = -\frac{r}{2} \pm \sqrt{\frac{fcn\,(b+a)}{q} + \frac{r^2}{4}}.$$

Facciamone un applicazione al nostro mortaro alla Gomer. (*Fig.* 22).

	Pollici	
Altezza dell' apice sul centro della bomba.	20,21	
Raggio della bomba. . . .	6	
Altezza dell' apice suddetto sulla tangente inferiore della bomba, perpendicolarmente all' asse della camera	14,21	
Altezza del piccolo cono . .	8,848	
Altezza del tronco	5,362	
Volume del piccolo cono . .	70,05	cub.
Volume del grande. . . .	290	cub.
Volume del tronco	219,95	cub.
Carica in questo ultimo volume libre.	8,146	
Carica nel vano sferico residuo, la bomba fissata; volume 85,8° cub. peso libre	3,177	
Massima quantità di polvere libre	11,323	
Raggio della piccola base della camera	2,75	
Idem di quella corrispondente alla massima carica	4,416	
Lato della camera di costante doppiezza	5,615	

Nella formola $x=-\frac{r}{2}\pm\sqrt{\frac{fcn\ (b+a)}{q}+\frac{r^2}{4}}$.

$Lf=4,2041200$
$Lc=9,9799732$ di $17°,16'$
$Ln=0,8391322$
$L(b+a)=0,8552768$
$Com.q=5,6550186$
$1,5335208$, il numero è
$34,16$. Ma
$Lr^2=0,8786654$ supponendolo eguale al
$Com.4=9,3979400$ raggio della piccola ba-
$0,2766054$ se per vantaggio della re-
sistenza

il numero è $1,89$. Dunque tutta la quantità sotto
il segno radic.$=36,05$, il log. è
$1,5569053$
la metà è $0,7784526$, il numero è
$6,004$. Ma

$\frac{r}{2}=1,37$. Dunque

$x=4,634°$. Ma la doppiezza fissata dalle nostre costruzioni attorno la lumiera è $6,125°$. Si ha dunque un eccedente di $1,491°$, quantità molto grande, volendo calcolarvi ancora tutti gli accidenti della liga, e della fusione. Chi non conosce anche alla semplice ispezione oculare, l'esuberanza di metallo nel rinforzo delle camere di tali pezzi, quando osserva la doppiezza data attorno il sito della carica ne' pezzi da 24? Con

una carica poco minore di quella, ha questo pezzo una doppiezza di $4{,}861^{\circ}$, malgrado, che la pressione della polvere contro la parete della sua anima nel sito della carica le sia perpendicolare, e non obliqua, come nel mortaro alla Gomer.

Dalla tavola delle costruzioni si rileva, ch' essendo PO (*Fig.* 23) $=1$ diam. $\frac{39}{48}$, ed $AC=$ diam. $2\frac{1}{12}$, sia $rC=\frac{13}{48}=3{,}25^{\circ}$; ma $OO=\frac{25}{48}$. Dunque $OZ=1{,}855^{\circ}$. Ma $Oi=3{,}403^{\circ}$; dunque $Zi=5{,}228^{\circ}$; ma noi abbiamo veduto risultare $=5{,}615^{\circ}$ il lato della camera di costante doppiezza; resta dunque egli scoverto di $0{,}387^{\circ}$, e la costruzione è per questo difettosa.

Si è determinato il lato della camera a cui corrisponde una doppiezza costante, e questa doppiezza è stata fissata ancora. In qualunque altro punto P (*Fig.* 21.) del lato della camera, al di là di quello, che corrisponde alla massima capacità della carica, posta $PQ=y$, sarà il volume conico sino a P, all' altro sino a $G=y^3-a^3$; b^3-a^3 (essendo coni simili); ma le forze dei fluidi sono reciprocamente come gli spazj di sviluppo, e le doppiezze sono proporzionali alle forze di pressione; sarà dunque la forza in G a quella in $P=y^3-a^3 : b^3a^3$, ossia la doppiezza tro-

vata poc' anzi $x : z = y^3 - a^3 : b^3 - a^3$, e $z = \frac{b^3 - a^3}{y^3 - a^3} . x$, dove si vede, che crescendo y, decresce il valore del rotto, e con esso il valore di z, doppiezza di metallo nel sito y più vicino all' entrata della camera, e sempre in ragione di $\frac{1}{y^3 - a^3}$, qualunque sia il valore dell' y. Una linea parallela al lato della camera, che incontri i suoi limiti nel rinforzo di culatta, e nella perpendicolare tirata sul lato suddetto, dal punto dove corrisponde la massima carica, fisserà il rinforzo attorno di quest' ultima, e l' altra, che procedendo da tal punto, passa per tutti gli estremi $z = \frac{1}{y^3 - a^3}$ (essendo costante l' altro fattore nel membro dell' equazione, che l' appartiene), fisserà il rinforzo del resto della camera sino alla sua entrata.

Il rinforzo poi attorno dell' anima di questo mortaro, sarà determinato colla stessa legge usata pei cannoni, essendo cilindrica questa al pari di quella.

Si conosce da ciò, che si è detto, che la doppiezza di metallo in qualunque punto del lato della camera, al di là di quello a cui corrisponde la massima carica, può essere egualmente fissato, e colla conoscenza della doppiezza costante, e con quella di un altra doppiezza già

determinata, ottenendosi nel primo caso $z=\frac{b^3-a^3}{y^3-a^3}$. x, e nel secondo $z'=z\left(\frac{y^3-a^3}{w^3-a^3}\right)$, chiamando w il raggio della camera in qualunque altro punto z'.

Facciamo delle applicazioni, che soddisfino le nostre idee, e seguitino a farci conoscere la bontà, o i difetti delle nostre costruzioni.

Si determini dapprima il valore di z nella prima formola, ed appartenente al punto S, in cui essendo $SG=\frac{23}{48}$, eguaglierà $5,75^o=y$ (*Fig.* 23).

$$
\begin{aligned}
L.\ (b^3-a^3) &= 1,815462 \\
Com.\ (y^3-a^3) &= 7,818564 \\
Log.x &= 0,6659560 \\
\hline
L.z &= 0,2991586
\end{aligned}
$$

, il numero è $1,991$.

Sia finalmente all' entrata della camera

$$
\begin{aligned}
L.z &= 0,2991586 \\
L.\ (y^3-a^3) &= 2,1818436 \\
Com.\ (w^3-a^3) &= 7,6899443 \\
\hline
L.z' &= 0,1709465
\end{aligned}
$$

, il numero è $1,482^o$.

Si ottengono gli stessi valori, se per brevità si faccino delle applicazioni in $\frac{1}{y^3-a^3}$, ed $\frac{1}{w^3-a^3}$.

Ed il primo valore, ed il secondo, cioè $1,991$, ed $1,482$ sono molto minori di quelli prescritti dalle nostre costruzioni. Dando pure qualche van-

taggio alla resistenza, assegnando una doppiezza maggiore in entramb' i casi, dobbiamo sempre convenire, che l' artiglieria nella maggior parte de' suoi pezzi, non è pervenuta ancora a quel grado di leggerezza, che addita la sua perfezione.

EVASAMENTO DELL' ANIMA DE' PEZZI DI ARTIGLIERIA, E DELLA LORO LUMIERA: DIAMETRO DI QUEST' ULTIMA: RIPIEGHI PER RIMANDARLO AL GIUSTO, QUANDO VENGHI ALTERATO DALL' ESPLOSIONE, O DAL PASSAGGIO DEL FLUIDO ELASTICO.

L' impossibilità di eseguire praticamente l'iscrizione di un corpo in un altro, senza, che il secondo abbia un maggior diametro del primo, ha costretto di dare in ogni tempo, ora più, ed ora meno di differenza fra il diametro dell' anima de' pezzi, e quello delle loro palle. Lo spazio circolare, risultante dalle differenza de' due cerchi, che si toccano in un punto, ha preso il nome di vento della palla, o dell' arme.

Si è accennato, che i moti irregolari delle palle, erano una conseguenza del vento del mobile, ed ora dimostreremo, che la degradazione dell' arme, dopo un lungo servizio, e la diminuzione della velocità delle palle, sottoposte sem-

pre alle stesse circostanze, ne sono de' risultati anche ben grandi.

Ne' prim' istanti dell' accensione, trovandosi il fluido elastico sviluppato dalla polvere, incontrare un' ostacolo molto minore nel vento, che contro la superficie della palla, passerà, ed affluirà per tale sito; comprimerà la palla contro la parete inferiore dell' anima; il metallo per la sua duttilità, resa maggiore dal riscaldamento dell' arme, si comprimerà in tale parte; la palla per la sua elasticità restituita, partendosi da tale sito, urterà indifferentemente, ora la parte superiore, ed ora le laterali dell' anima, a seconda delle circostanze, che nella loro disparità hanno seguito il passaggio del fluido, e quelle del mobile sempre difforme nella sua figura, e distribuzione della sua gravità. Tutti questi urti, eseguiti con una velocità molto grande, da non dover essere disprezzata, su di uu corpo naturalmente duttile, dovranno solcare l' anima del pezzo. Una cagione anche più grande ne aumenta la forza; quel tartaro, che si attacca alle pareti dell' anima, dopo ogni colpo, e che la diligenza usata nel pulire i pezzi, non potrà mai distruggere, per la velocità data all' esecuzione de' tiri, non è altro, che una solfura di potassa, nata dall' unione della potassa a base d' alcali fisso vegetabile, al solfo, al quale serba una maggiore affinità, che all' acido nitrico, dopocchè il solfo è stato per l' esplosione della carica, portato nello stato

di gas, dalla gran copia di calorico sviluppato. Questa unione accade nel momento, che l' acido nitrico ridotto in gas dall' accensione, abbandona la sua base alcalina. Si sa, che la solfura di potassa è un potente dissolvente delle sostanze metalliche, e malgrado, che il metallo del cannone non si trovi in quello stato di separazione fra le sue parti, da poter essere facilmente disciolto, non impedisce pertanto a questo dissolvente di attaccarsi alla sua superficie interna. Questo francamente si osserva nelle cavità, e sgranamento interno de' siti, ove tale dissolvente ha lungo tempo soggiornato.

I nuovi urti delle palle venendo a togliere le piccole prominenze, che si trovano circondare le suddette cavità, o bene le altre, delle quali la solfura di potassa fa parte, le aumenterà maggiormente.

L' anima de' pezzi una volta solcata, ed accresciuta vie più di diametro, dando maggior passaggio ne' nuovi tiri al fluido elastico, li disordinerà maggiormente, e la sua perdita crescendo pel passaggio più considerevole, e su di un vento più grande, diminuirà la velocità, e la portata del mobile.

Le sperienze delle scuole hanno confermato, ciò, che il raziocinio aveva preveduto, e si è conosciuto una volta, che tuttociò, che sull' irregolarità, e la diminuzione delle portate, si

attribuiva agli accidenti delle stesse cariche, debba in maggior parte attribuirsi all' evasamento dell' anima de' pezzi.

Si rileva da ciò, che si è detto, che le tavole delle velocità, costruite, nel principio dell' uso di un pezzo di artiglieria, e le altre formate per la determinazione de' suoi graduatori, debbano egualmente essere corrette pei pezzi stessi, dopo due o tre campagne. Cresceranno le altezze de' graduatori, diminuendo le velocità, per l'accrescimento del vento.

Si vedrà con sorpresa nella tavola qui appresso, la gran diminuzione delle velocità, ricavate dallo stesso pezzo, colla stessa carica, dopo un lungo servizio.

Il Signor Euler ha dato una bella formola, per la determinazione delle velocità delle palle, tanto supponendo zero il vento del mobile, che accresciuto di varie grandezze. L' uso di questa formola, essendo per noi interessante, non tralasceremo di esporla quì.

Sia u la velocità della palla, quando il vento è zero, U la velocità della palla, del vento prescritto dalle costruzioni, ed u' la velocità col vento accresciuto. Si chiami m il rapporto dello spazio, nato della differenza del calibro dell' anima da quello dalla palla dell' ordinanza, a quello del calibro della palla, ed n il rapporto del nuovo calibro dell' anima ingrandita, meno

il cerchio della palla , al cerchio della palla. Il vento dell' ordinanza è una linea : la formola è

$$\frac{U}{u} = 1 - \frac{3,9506}{m} + \frac{2,9685}{m^2} + \frac{1,5865}{m^3}.$$

$$\frac{u'}{u} = 1 - \frac{3,9506}{n} + \frac{2,9685}{n^2} + \frac{1,5865}{n^3}.$$

Conoscendosi dunque U, si avranno due altre velocità u , u'. Queste formole applicate ai pezzi di battaglia , hanno dato i seguenti risultati , secondo i diversi venti delle palle. Le cariche sono di 4 libre nel pezzo da 12, e di 1½ lib. in quello da 4.

Vento della palla	Evasamento dell' anima	12		4		Vento della palla	Evasamento dell' anima	12		4	
		Polvere di		Polvere di				Polvere di		Polvere di	
		125t	120t	125t	120t			125t	120t	125t	120t
L. P	Pu.	Pied	Pied	Pied	Pied	L. P.	Pu	Pied	Pied	Pied	Pied
0 0	0	1680	1646	1808	1772	1 9	9	1281	1255	1213	1188
1 0	0	1442	1413	1446	1416	1 10	10	1264	1239	1188	1164
1 1	1	1423	1395	1419	1390	1 11	11	1247	1222	1164	1140
1 2	2	1405	1376	1392	1363	2 0	12	1230	1205	1141	1117
1 3	3	1387	1359	1365	1337	2 1	13	1213	1189	1118	1095
1 4	4	1369	1341	1339	1312	2 2	14	1197	1173	1095	1017
1 5	5	1351	1324	1313	1286	2 3	15	1181	1158	1072	1051
1 6	6	1333	1306	1287	1261	2 4	16	1165	1142	1050	1029
1 7	7	1316	1289	1262	1236	2 5	17	1150	1126	1028	1008
1 8	8	1299	1273	1237	1212	2 6	18	1134	1111	1007	987

★

Si è parlato della posizione della lumiera, e si sono altrove accennat' i vantaggi della grandezza limitata del suo diametro. È giusto adesso di annoverare i limiti, oltre passat' i quali le nuocce egualmente, tanto la sua maggiore larghezza, che la sua ristrettezza. Dalla lumiera di un diametro vantaggioso, si ottiene nella carica un accensione più pronta, per la facilità maggiore, che ha la fiamma di perciarsi un camino a traverso la carica; ma la facilità, che ha ancora il fluido di sfuggire per questa parte in gran copia, ove incontra la minima resistenza, tende a diminuirne l' impulso sulla palla, ed essendo maggiore la pressione prodotta dal settore di esplosione per la lumiera, sull' aria esterna, maggiore altresì sarà la reazione, che agirà nella parte inferiore dell' anima, che direttamente vi si oppone, e maggiore sarà egualmente il risalto della culatta su i cunei di mira. Alla conseguente diminuzione della portata, bisognerà aggiungervi la deviazione de' tiri, e la dagradazione dell' arme.

Le lumiere di piccolo diametro, non danno questi svantaggi; ma la difficoltà di sfuggirne per esse con prontezza la fiamma per colpire la carica, accresce il tempo dell' accensione, locchè molto si oppone alla velocità risultante. L' esperienza unica maestra di tutte le nostre operazioni, venendo al nostro soccorso, quando la ragio-

ne ci manca, ha fissato i limiti di questo diametro fra due linee , ed una linea, e mezza.

Le lumiere così costruite , vengono dopo molti tiri aumentate di diametro ; tal' è la forza di compressione del fluido elastico contro il metallo, e tale la duttilità di quest' ultimo, quando è precisamente molto riscaldato in azione. Le frequenti compressioni, ed i solchi continui, avendo dunque prodotto l' evasamento della lumiera, come l' altro dell' anima, non v' è altro mezzo da rimetterne il difetto , che accrescerne vie più il diametro, e fare, che l' intero vuoto venghi occupato da un pezzo di rame della sua stessa figura, nel quale traforandovi una nuova lumiera, il pezzo è rimesso nel suo stato di ottimo servizio.

Si conoscono due metodi da avvincere fortemente il nuovo pezzo di rame alle pareti del buco evasato della lumiera ; cioè o facendovene cadere fusa una piccola porzione, locchè si chiama porre il grano a caldo , o bene praticare una madrevite nella parete del buco , con incastrarvi di seguito un pezzo di rame ammassato, e colla vite corrispondente, che ne stringe fortemente l' adesione in tal parte. Questo secondo metodo viene chiamato il grano a freddo.

Presenta il primo metodo degli svantaggi notabili, tanto più quando per prevenire gli effetti della compressione del metallo, si cercava di met-

tere il grano nelle forme, prima della fusione de' pezzi, perciandovi posteriormente la lumiera: questo masso si curvava colla caduta del metallo, dal quale ne riceveva altresì un grado di calore sufficiente talvolta a fonderlo in tutto, o in parte, di modo chè in molti pezzi, le lumiere non venendo perciate nel masso di rame forgiato, che su di una larghezza molto piccola, il resto della lumiera, si trovava aver perciato il metallo ordinario, che si sgrana molto presto in tal sito, e che non può esservi in tal parte, che di una debole resistenza. Questo difetto è ripetuto diversamente, quando il grano a caldo si mette dopo, che il pezzo ne ha bisogno. Non mai il metallo fuso, e nello stato di liquefazione, si porrà perfettamente in liga coll' altro freddo, che l' inviluppa. Sicchè dopo pochi tiri il masso nuovamente posto, dovrà saltare. Lo svantaggio di questo metodo è dunque conosciuto, per essere proscritto, come lo è di già nell' artiglieria.

Tutt' i vantaggi sono pel secondo metodo; le spire della vite, combaciandosi bene, non mai permetteranno il passaggio del fluido elastico, nè potendosi per qualunque forza applicata nel senso perpendicolare alla parete dell' anima, qual' è quello, che si esercita dal fluido contro il metallo della lumiera, pervenire a svitare questa vite, giacchè dovrebbe esser mossa per un senso tutto diverso, è impossibile, che la durata, ed

il servizio del pezzo in questa parte, non sia così maggiore di qualunque desiderabile.

Perchè il raziocinio ha potuto soltanto distruggere l'abuso di mettere il grano nelle forme de' cannoni, e non ha ottenuto lo stesso successo pei mortari? Si crederà forse, che facendos' i mortari coll' anima, ed ottenendosi per questo, con una massa molto minore di metallo fuso, un minore riscaldamento, il grano non possa curvarsi, avuto riguardo ancora alla breve caduta del metallo dall' alto della massarotta sul grano stesso? Ma supponendo anche questo per vero, come mai disconvenire, che le masse di lumiere de' mortari, non potendo esentarsi dal venire in contatto con un corpo di temperatura grandemente diversa, com' è il bronzo fuso, e di qualità anche dissimile, non possano evitare di lasciare del vuoto fra esse, ed il metallo, dopo il raffreddamento? Perchè dunque non abolire questo sistema? Io l'ignoro.

In fine il grano a freddo ai vantaggi esposti, riunisce, la prontezza dell' esecuzione, il non esser soggetti di smontare il pezzo dall' affusto per metterlo, ed al potere avere ancora al seguito dell' equipaggio di un armata de' grani già format' in dimensioni, per applicarli nel bisogno.

POSIZIONE DEGLI ORECCHIONI NE' PEZZI DI ARTIGLIERIA: LORO DIMENSIONI. SITUAZIONE DE' MANICHETTI: LORO GRANDEZZA, E FIGURA. ADORNI, E LORO RISALTI SULLA SUPERFICIE DEL METALLO.

Gli orecchioni, il di cui oggetto è di permettere al pezzo le sue inclinazioni sull' affusto, dandogli altresì un appoggio al suo rinculo, non debbono essere, nè nel piano perpendicolare all'asse del pezzo, che passa pel suo centro di gravità, nè fra questo centro, e la sua culatta. Non si eviterebbero nel primo caso gli sbalzi in culatta contro i cunei di mira, prodotti dalla reazione del settore di esplosione per la lumiera, contro la parete inferiore dell' anima in tal parte; nè unito a questo difetto si scanserebbe l' altro nel secondo caso, di non potere mai fissare il pezzo in una data direzione, per la sua preponderanza naturale verso la gioja. Debbono dunque gli orecchioni essere fra il centro di gravità dell'arme, e la sua gioja. Il rapporto di queste distanze viene unicamente fissato dal servizio dell' arme. Se la preponderanza in culatta è molto grande, la difficoltà di maneggiare il pezzo nelle sue inclinazioni, la gran lunghezza richiesta nel suo affusto, la breve lunghezza dell' arme al di là della sua testa, ne sono indubitatamente de' di-

fetti ben grandi. È uno degli oggetti più importanti, di avere una sufficiente lunghezza nell' arme, al di là della testa dell' affusto, per ottenersi la conservazione delle gote delle cannoniere, e quella del piano del sopraciglio del parapetto nelle batterie a barbetta.

Si è creduto, che la teoria poco, o niente potesse servirci in tal caso, e che fosse tanto complicata la combinazione degli accidenti, e delle fisiche circostanze, che accompagnano questa determinazione, che la sola pratica di molte campagne poteva fissarla. Si è per questo stabilito, che ne' cannoni di campagna, il sessantesimo del peso totale del pezzo, dato di preponderanza in culatta, avrebbe bilanciati e conciliat' i vantaggi di un servizio più facile, ed esatto. Questo peso dà nelle costruzioni regolari quasi $\frac{3}{4}$ del calibro del pezzo, in lunghezza verso la bocca, al di là del centro di gravità. Sarebbe dunque l'asse degli orecchioni, al di là del centro di gravità verso la gioja di $\frac{3}{4}$ del calibro del pezzo. Questo rotto si avvicina all' unità ne' pezzi di battaglia, tanto più facilmente, che tali pezzi non dovendo mai tirare in cannoniere, non richieggono tutta quella lunghezza al di là della testa de'loro affusti, di cui abbisognano i pezzi di assedio, e di difesa.

Non perchè si è generalmente creduto, che la pratica, più, che la teoria avesse parte in questa determinazione, saremo anche noi per essere trascinati da tale principio, che ha per base l' ignoranza. Conosciamo moltissimo i mezzi da profittare delle scienze, per non farcene sfuggire l' occasione nel maggior uopo. Faremo dunque vedere, come soggettando il tutto al calcolo più rigoroso, noi perverremo a fissare la posizione del piano verticale per l' asse degli orecchioni, qualunque sia il calibro, e la costruzione dell' arme.

Dovendo esser tale la perponderanza in culatta, per non disordinars' i tiri, che possa il peso maggiore in tal parte, sostenere quello del mobile alla bocca del pezzo nel momento di uscire, e la pressione nata dallo stato in cui si trova la palla coll' angolo di partenza, ch' è talvolta superiore, e talora inferiore; ridotta così questa pressione in peso, ed aggiunto al peso della palla, è fuor di dubbio, che 'l peso verso la culatta, dietro l' asse degli orecchioni, deve dare nella sua leva, un momento, eguale all' altro del peso della parte anteriore del cannone, più il peso, somma de' due già fissati, applicato alla bocca.

Per rendere la soluzione di tale quistione della massima semplicità. Sia abg un triangolo rettangolo in b, che volgendosi attorno a bg, ge-

neri un cono. *Sia* df parallela ad ab, e ce parallela a bf.

Date ab, bg, bc, si deve trovare bf tale, che 'l solido descritto dalla figura $aced$, volgendosi attorno bf sia dato. (*Fig.* 25)

Si pongano $ab=a$, $bf=x$, $bg=m$, $cb=b$; e sia al solido $1:c$ il rapporto del diametro alla circonferenza; sarà il cono $abg=\frac{a^2mc}{3}$, e $df=\frac{(m-x)a}{m}$.

Sieno MN, mn due parallele infinitamente vicine, e sia $bM=y$, $Oo=dy$; sarà $MN=\frac{(m-y)a}{m}$, ed il cerchio $NM=\frac{(m-y)^2a^2c}{m^2}$, che moltiplicato per dy, dà $\frac{(m-y)^2a^2cdy}{m^2}$, eguale alla solidità del cilindro $NMmn$, da cui tolta cb^2dy, solidità del cilindro $MOom$, si avrà il solido di

$$On=\left(\frac{(m-y)^2a^2c}{m^2}-cb^2\right).dy.$$

Ora $Oe=x-y$; sicchè il momento richiesto sarà $\int\frac{\overline{m-y}^2}{m^2}.a^2cdy\times\overline{x-y}-cb^2.\overline{x-y}.dy$, ove x è costante: effettuata la moltiplicazione si avrà

$$\int\left(\frac{m^2a^2cxdy-2ma^2cxydy+a^2cxy^2dy-m^2a^2cydy+}{m^2}\right.$$
$$\left.\frac{2ma^2cy^2dy-a^2cy^3dy-cb^2xdy+cb^2ydy}{m^2}\right)=$$

$$ma^2cyx - \frac{a^2cxy^2}{m} + \frac{a^2cxy^3}{3m^2} - \frac{ma^2cy^2}{2m} + \frac{2a^2cy^3}{3m} - \frac{a^2cy^4}{4m^2} - cb^2xy + \frac{cb^2y^2}{2} + C,$$

dove $C=0$. Posta intanto $y=x$, si avrà la somma di tutt' i momenti, che si cerca

$$= a^2cx^2 - \frac{a^2cx^3}{m} + \frac{a^2cx^4}{3m^2} - \frac{ma^2cx^2}{2m} + \frac{2acx^3}{3m} - \frac{a^2cx^4}{4m^2} - cb^2x^2 + \frac{cb^2x^2}{2} = \frac{a^2cx^2}{2} - \frac{a^2cx^3}{3m} + \frac{a^2cx^4}{12m^2} - \frac{cb^2x^2}{2}.$$

Sia P (*Fig.* 26) il piano di gravità del pezzo, ed xy il piano, che soddisfi le condizioni proposte. Sarà lo stesso dire, che il momento di NO, relativamente ad xy, sia maggiore del momento di OM relativamente allo stesso piano per una quantità g, ch' è il momento da noi accennato, che trovare il piano di preponderanza. Sarà dunque il momento di NO, a quello di $OM=r+g$ (chiamando r il momento di equilibrio, somma di questi due momenti, e g quello aggiunto alla bocca) : $r-g$. Sia dunque perciò fare il peso di $NP=P$, quello di $PM=Q$, da distanza del centro di gravità di NP da $P=f$, e quella del centro di gravità di MP da $P=h$. Sia $PO=x$; sarà il momento della parte NO, relativamente ad $xy=Pf+Px+$ il momento della parte PO, che per quello, che si è detto nel precedente paragrafo $= \frac{a^2cx^2}{2} - \frac{a^2cx^3}{3m} - \frac{a^2cx^4}{12m^2} - \frac{cb^2x^2}{2}$.

Il momento poi della parte OM, relativamente ad xy sarà $=Qh-Qx-$ il momento di PO, ch' è stato trovato, come quì sopra

$$=\frac{a^2cx^2}{2}-\frac{a^2cx^3}{3m}-\frac{a^2cx^4}{12m^2}-\frac{cb^2x^2}{2};$$

e siccome questi due momenti debbono essere $=r+g:r-g$; sarà perciò

$$\overline{r-g}.Pf+\overline{r-g}.Px+$$
$$(r-g)\left(\frac{a^2cx^2}{2}-\frac{a^2cx^3}{3m}-\frac{a^2cx^4}{12m^2}-\frac{cb^2x^2}{2}\right)=$$
$$(r+g).Qh-(r+g)Qx-$$
$$(r+g)\left(\frac{a^2cx^2}{2}-\frac{a^2cx^3}{3m}-\frac{a^2cx^4}{12m^2}-\frac{cb^2x^2}{2}\right).$$

Ora $Pf=Qh$; sicchè trasportando sarà

$$(r-g)Px+(r+g)Qx-2Pf-$$
$$2r\left(\frac{a^2cx^2}{2}-\frac{a^2cx^3}{3m}-\frac{a^2cx^4}{12m^2}-\frac{cb^2x^2}{2}\right)=0,$$

nella quale equazione trovando il valore dell' x, si scioglierà il problema.

Ricavandosi quattro radici dalla soluzione dell' equazione di quarto grado, quattro saranno i valori dell' x, e saranno i seguenti

$$\left.\begin{array}{l} x=-l+\sqrt{\dfrac{Bl-2Al^2-4l^4}{2l}} \\ x=-l-\sqrt{\dfrac{Bl-2Al^2-4l^4}{2l}} \\ x=l+\sqrt{\dfrac{-Bl-2Al^2-4l^4}{2l}} \\ x=l-\sqrt{\dfrac{-Bl-2Al^2-4l^4}{2l}} \end{array}\right\} (28).$$

Per quanto elegante esser possa la formola generale, che abbiamo fissata, non lascia di essere malagevole nelle applicazioni ai valori numerici. Abbiamo creduto di rendere un servigio interessante, ritrovando un altro metodo meno elegante, ma più semplice e speditivo: con del-

---

(28) $$A=\frac{6b^2m^2-12a^2m^3}{a^2}$$

$$B=\frac{20m^3a^2rc-12m^3b^2rc+bm^2Pr-bm^2Pg+bm^2Qr+bm^2Qg}{a^2rc}$$

$$L=\sqrt{\left(\frac{\sqrt[3]{(-q+\sqrt{q^2+p^3})}+\sqrt[3]{(-q-\sqrt{q^2+p^3})}-\frac{2A}{3}}{4}\right)}$$

Essendo

$$p=\frac{7A^2-8A^3-12C}{9}$$

$$q=\frac{72CA-2A^3+27B^2}{54}$$

$$C=\frac{bm^4b^2rc-Qm^4a^2rc-12m^2Pf-bm^3Pr+bm^3Pg-bm^3Qg-bm^3Qr}{a^2rc}$$

le facili applicazioni, si perviene con questo alla determinazione di tutto.

Esso consiste nel ritrovare la posizione dell' asse degli orecchioni, conosciuto lo sforzo della palla verso la bocca nel momento della sua uscita dal pezzo, affinchè l' equilibrio serbato attorno al centro degli orecchioni, prima dello sparo, sia conservato nell' atto dell' esplosione. Per trovare questo nuovo centro di equilibrio, si aggiunga al momento del cannone senza orecchioni, e rapportato all' estremo del bottone, il momento del peso, supposto aggiunto alla bocca (peso eguale alla pressione della palla), rapportato allo stesso estremo: dividendo questa somma pel peso del cannone più il peso aggiunto, si avrà nel quoto, la nuova distanza dal centro di equilibrio all' estremo del bottone; distanza, che nel suo limite, fisserà la posizione dell' asse degli orecchioni. Si chiami perciò a il peso del cannone senza orecchioni, b la pressione alla bocca (29), c la distanza dall' e-

(29) Per trovare questa pressione, si supponga, come succede regolarmente, che la palla per l' afflusso del fluido elastico sulla parte superiore del suo vento al sito della carica, facci due sbalzi della stessa natura verso la parete superiore dell' anima, per sortirne coll' angolo di partenza inferiore (per metterci al sicuro), dividendo allora la lunghezza dell' anima dal punto di contatto della palla verso la carica sino alla bocca, sarà la quarta parte di tale lunghezza uno de' cateti del triangolo, di cui l' ipotenusa sarà la direzione della pressione della palla verso l' orlo inferio-

stremo del bottone al centro di gravità del pezzo, senza orecchioni (30), *n* la distanza dalla

---

re della bocca, ed il vento della palla, l'altro

Essendo *0,666* l'altezza della carica al terzo del peso della palla nel pezzo da 16, *0,2* il raggio della stessa; sarà *0,866* lo spazio da togliersi dalla lunghezza totale dell'anima *8,287*, che eguaglierà *7,421*, che diviso per 4, darà *1,855*, per un cateto, e *0,0104* per l'altro. Ma, prendendo la polvere di massima efficacia, ossia di 140 tese, che dà al terzo del peso della palla nel suddetto calibro da 16, la velocità di *1497* pesi, sarà l'intera quantità di moto alla bocca *1497×16=23952* libre.

Ma questa sta alla parte, che fa azione verticalmente da su in giù $=$*1,855 : 0,0104*. Dunque la pressione ridotta in peso, e da calcolarsi alla bocca del pezzo sarà | Libre 134,28

(30) Peso del cannone da 16	Lib. 4051,96
Il suo momento rapporto all'esterno del bottone sarà	Lib. 16896,6732
essendo 4,17 la distanza dal centro de' manichetti all'estremo del bottone.	
Peso degli orecchioni coi corrispondenti secondi orecchioni	96,7
Loro momento	417,744
essendo 4,32 la distanza del loro asse all'estremo del bottone.	
Momento semplice del cannone, rapporto all'estremo del bottone	11478,9292
essendo =*16896,6732 – 417,744*.	
Massa o peso semplice del cannone	3955,26
Sarà dunque la nuova distanza dall'estremo del bottone al centro di gravità.	4,166

bocca al centro di gravità senza orecchioni, ed x l'altra dall'estremo del bottone al centro degli orecchioni. Sarà $\frac{ac+b(c+n)}{a+b}=\frac{ac+bc+bn}{a+b}=x$.

Noi daremo una tavola di alcune dimensioni necessarie a conoscersi pel ritrovato de' risultati, prima di passare alle diverse applicazioni.

	CANNONE DA							
	4		12		16		24	
	Libre	Piedi	Libre	Piedi	Libre	Piedi	Libre	Piedi
Peso medio del cannone in . .	501,3	. . .	1576,8	. . .	4051,96	. . .	5550,78	. . .
Idem senza orecchioni.	485,2	. . .	1525·6	. . .	3955,26	. . .	5447,49	. . .
Dalla gioja al centro degli orecchioni . .	. . . .	2,45	. . . .	3,57	. . . .	5,17	. . . .	5,9
Dalla gioja al centro de'manichetti. . . .	. . . .	2,51	. . . .	3,67	. . . .	5,32	. . . .	6,08
Dall'orlo del bottone al centro de' manichetti.	. . . .	2,031	. . . .	2,92	. . . .	4,19	. . . .	4,79
Dall'orlo del bottone al centro degli orecchioni	. . . .	2,091	. . . .	3,02	. . . .	4,32	. . . .	4,97

Si facciano ora le applicazioni ai diversi pezzi di artiglieria, di cui lo sviluppo nella nota (30) è appartenente al pezzo da 16.

Pel pezzo da 24, sarà $x=4,912$ (essendo $c=4,726$, $a=5447,49$, $b=172$, ed $n=6,144$); ma nelle nostre costruzioni $x=4,916$; non vi è dunque di avanzamento maggiore verso la gioja, che la quantità $0,004$ piedi, trascurabile.

Pel pezzo da 16, $x=4,331$ piedi (essendo $c=4,166$, $b=134,28$, $a=3955,26$, ed $n=5,324$), ma le nostre costruzioni assegnano ad x il valore di $4,32$; dovrebbe dunque l'asse degli orecchioni accostarsi alla gioja di $0,011$ piedi.

Nel pezzo da 12, risulta $x=3,032$ (essendo $b=48,9$, sulla supposizione, che la palla faccia un salto solo sulla parete superiore dell' anima, come altresì nel pezzo da 4, locchè accade, attesa la cortezza delle loro anime); ma i nostri pezzi di questo calibro, danno $x=3,017$; dovrebbe dunque l'asse degli orecchioni portarsi verso la bocca di $0,015$ piedi.

Nel pezzo da 4, $x=2,136$ (essendo $b=23,946$); ma i nostri pezzi da 4, danno $x=2,104$; dovrebbe avvicinarsi dunque l' asse suddetto di $0,032$ piedi verso la bocca.

Si osserva da ciò, che si è esposto, che quasi in tutt' i pezzi, bisognerebbe avvicinare l'asse degli orecchioni un poco più verso la bocca, per sostenerne l' equilibrio nell' atto dello

sparo: si osserverebbero infatti de' saltellamenti in culatta, e delle deviazioni verticali ne' tiri, se si tirasse colla polvere di 140 tese, che quasi mai si ottiene negli usi della guerra.

Cresce negli obici la distanza suddetta, in ragione della maggiore facilità, che hanno i tiri di disordinarsi per l' estrema leggerezza dell' arme, e la gran pressione della granata. Ha fissato la pratica, essere eguale alla lunghezza dell' anima cilindrica degli obici, la distanza dell' asse degli orecchioni, misura presa dal di dietro della loro fascialta di culatta. Si potrebbe determinarla egualmente col calcolo, come pei cannoni.

Ma la vera posizione dell' asse degli orecchioni, essendo la comune sezione di due piani, non verrà mai fissata, se venghi di questi determinata la posizione di un solo. Alla conoscenza della posizione del primo piano verticale, bisognerà aggiungervi l' altra del piano orizontale, o per l' asse dell' anima, o a questo parallelo, tanto superiormente, che al di sotto. Il volere rendere il pezzo vie più preponderante in culatta nelle sue varie elevazioni; l' ottenere colla maggiore altezza della ginocchiera di una batteria, coperto tanto l' affusto, che il suo rotaggio di circa tre pollici; l' avere gli orecchioni corrispondenti al centro della massa del metallo, dalla di cui posizione acquista la loro unione

una forza maggiore, avuto riguardo alle circostanze della fusione de' pezzi in tal parte; il diminuirne il rinculo; il volere esentare una parte dello sforzo dello stesso su gli orecchioni, per caricarlo su i cunei di mira ed il calastrello di riposo; il peso dico di tutte queste ragioni dovette a mio credere farli ottenere ne' cambiamenti del 1732, la posizione del loro asse inferiore a quello del pezzo di un solo suo semplice semidiametro. Risultati totalmente diversi dovendosi attendere, tanto dalla sua posizione superiore, che dall' altra per l' asse stesso del pezzo, ha fatto che potendo variare la sua distanza dall' asse suddetto, dovesse questa mantenersi per tanto sempre inferiore alla sua posizione.

Se la situazione dell' asse degli orecchioni inferiore all' asse dell' anima dà de' vantaggi, non può dubitarsi frattanto, che contribuendo essa molto al piegamento del pezzo, in ragione della sua distanza dall' asse dell' anima, resterebbe sempre in quistione, se la rovina del pezzo prodotta da questo principio, sarebbe per bilanciare la somma de' vantaggi, che regolarmente presenta in parte contraria siffatta posizione.

Tale quistione non potendo aver luogo nei pezzi di battaglia, che mai tirano in cannoniere, si è fissato, lasciando ai pezzi di assedio, e di difesa il citato abbassamento nell' asse degli orecchioni, di dare in vece di un semidiametro,

due in tre linee soltanto all' altro de' pezzi di battaglia, e questo più per prevenire gli errori della loro situazione nella forma, che per altro.

Riflettendo, che il metallo nel vano della forma degli orecchioni, non si raffredda nel tempo della fusa con piena soddisfazione; e che passando d'altronde in tal sito più sollecitamente dallo stato di liquefazione a quello di raffreddamento, per la grande superficie, che presenta nella sua piccola massa, la sua maggior debbolezza in tal parte, n' era per questo una conseguenza immediata; si stabilì per ovviare a questo difetto, e poter dare nel tempo stesso agli orecchioni, maggiore facilità di frenare il cannone ne'suoi incastri, ed un rinforzo maggiore nel sito, dove debbono alla lunga curvarsi, per gli effetti dell' esplosione, di dare al pezzo, nel principio della loro unione colla sua superficie esterna, un risalto di metallo, anche di figura cilindrica, ma di un diametro maggiore degli orecchioni, e che porta il nome di second' orecchione.

I mortari, che per la forma cilindrica della loro camera, e la gran massa di legno del loro affusto, avevano gli orecchioni dietro il rinforzo di culatta, avendo cambiato di costruzione, egualmente, che i loro affusti, l' asse de' loro orecchioni si è molto più avvicinato alla gioja. Si è ben conosciuta la necessità di fissare la loro posizione, nel prolungamento del piano vertica-

le, che passa pel contatto della bomba colla parete inferiore dell'anima, riflettendo al grave peso della bomba, ed alla sua forte pressione in questa parte, che spesso curvava l' anima in azione. La nuova costruzione degli affusti de' mortari in aloni di ferro fuso, e contenuti per mezzo di perni passanti, da calastrelli di legno, dando tutta la facilità al trasporto, danno tutto il canso a tale situazione; ed i rinforzi piramidali, coll' apice verso la bocca, avendo aumentato il diametro degli orecchioni, gli hanno tolto il difetto di spesso curvarsi ne' replicati tiri.

Si è fissato ne' cannoni, eguale al calibro dell' arme, tanto il diametro degli orecchioni, che la loro lunghezza, come ad $\frac{1}{3}$ del diametro in lunghezza, e $\frac{2}{3}$ in grossezza ne' mortari.

L' oggetto de' manichetti è comune a tutt' i pezzi di artiglieria: la necessità di avere un appoggio per la sospensione di un pezzo dal suo affusto, per montarlo, e smontarlo; l'altra di avere un sito comodo, onde applicare i vetti, pel cambiamento d' incastro, nel pezzo da 12, hanno stabilita la loro esistenza, come la perdita di tempo nel mettere una braca dalla culatta alla bocca, per sospendere il pezzo, colla difficoltà di trovarne subito il centro di gravità, l' ha confermata.

È differente pertanto la loro figura, com' è determinata la loro posizione, dall' equilibrio dell' arme. Questa posizione dev' essere dunque tale, che il piano perpendicolare all' asse dell' anima, che li divide per mezzo, passi pel centro di gravità del pezzo.

Si trovano i manichetti in due piani egualmente obliqui al verticale per l' asse dell' anima; la loro comune sezione è nella parete inferiore della stessa: la loro obliquità è fissata dall' esperienza; una maggiore, come una minore, rendendo più inclinata la direzione della forza ai piani, dov' essi sono situati, avrebbe nel primo caso fatto molto soffrire alla loro superficie di unione col pezzo, che per la natura della fusione, si trova molto debole in tal parte, ed avrebbe nel secondo caso contribuito ad impedire la punteria.

Avevano i manichetti nelle antiche costruzioni, la figura di delfini, ed anche delle altre figure bizzarre; ma la semplicità, che accompagna da per tutto le moderne costruzioni, ha fatto acquistarli quella di anelli rettangolari a cinque facce, cogli angoli attonditi. Possono le loro dimensioni riscontrarsi nelle tavole delle costruzioni.

Gli adorni, che prima erano in uso sulla superficie de' cannoni, oggi sono aboliti, e ragionevolmente. Non doveva occupare un can-

none una sala di curiosità, ma bene impiegarsi contro il nemico ne' campi. La spesa, e la difficoltà della riuscita, sono così svanite, e la semplicità prevalendo da per tutto, ha reso solide vie più le costruzioni di ogni sorta.

Si è dimostrato, che l' accensione della polvere non è istantanea ma successiva, e si è conosciuto, che la curva scala delle pressioni ne'varj punti della lunghezza dell' anima di un pezzo di artiglieria, sarebbe un iperbole equilatera fra gli asintoti, se accadesse il primo caso. Ma non si hanno delle conoscenze precise sulla velocità dell' accensione della polvere, per potersi decidere con certezza della quantità, che di una data carica, se ne accende successivamente, nell'anima di un arme da fuoco, tanto riguardo alla resistenza, che l' aria oppone al suo sviluppo, che rispetto al calore da cui in ciascun punto è accompagnata la sua accensione, ed all' ingrandimento dello spazio, che l' anima stessa, offre alla sua espansione. Da questa conoscenza si ricaverebbe facilmente la citata formola delle pressioni, e quindi l' altra, che avrebbe riguardo alle varie doppiezze, che l' arme dovrebbe serbare, dalla fascialta di culatta, alla bocca.

Ma noi crediamo, che non si perverrà mai à fare simile scoverta, giacchè s' ignora affatto la maniera, onde stabilire una giusta ipotesi, che vi possa condurre, e sulla quale si abbia il drit-

tò di ragionarvi, per giungere a tale conoscenza. Non potendo il raziocinio riuscirvi, non vi è altro ripiego, che l'esperienza; e noi siamo sicuri, che se fossero posti alla nostra disposizione tutt'i mezzi, che offre la dipendenza di artiglieria, noi perverremmo a tale determinazione con molti gradi di approssimazione, facendo costruire delle canne, che sotto lo stesso calibro, e cariche delle stesse quantità, e qualità di polvere, serbassero successivamente una progressione decrescente aritmetica di lunghezze, dalla più grande, da cui si ottiene il tiro massimo, alla minima, essendo sei linee l'esponente della progressione. La scala delle velocità iniziali alla bocca di ciascuna di tali armi, offrirebbe la velocità, che si troverebbe avere il projetto in ciascun punto della lunghezza dell'anima, e quindi da questa (come altrove si è detto) ricavandosi la corrispondente scala delle pressioni, con una semplice sostituzione di valori nelle formole accennate nel corso dell'articolo, che li riguarda, si perverrebbe a costruire la curva esteriore di un arme da fuoco, la di cui forma darebbe all'arme, colla sicurezza della sua resistenza allo sforzo dell'accensione della polvere, anche la massima leggerezza desiderabile. Ma finchè questa sperienza non possa mandarsi a fine, bisogna attenersi a ciò, che ha proposto, ed ha fatto adottare M. de la Martillière, il

quale nel supporre l' accensione istantanea, e quindi nel dare al rinforzo, una doppiezza maggiore del giusto, ha riunito con una linea retta esteriore, i due punti estremi dell'iperbole equilatera fra gli asintoti, facendo che il trapezio a due lati opposti paralleli, riguardanti il taglio della culatta, e la bocca dell'arme, e gli altri due convergenti, spettanti all'asse, ed alla linea esteriore del pezzo; generando nella sua rivoluzione attorno l'asse stesso, uu tronco di cono, dasse all'arme una semplicità maggiore di costruzione, ed una facilitazione di tornitura esterna. Tale è la forma, che hanno attualmente le armi da fuoco, la più semplice, che finora si sia conosciuta.

Una semplice fascia risalta verso la lumiera, sulla culatta del pezzo; ed un cordone distingue, e riunisce l'estremo della volata alla tromba della gioja.

Si è talmente regolato il diametro del pezzo nella parte più sollevata della gioja, ch' essendo egli unito in linea retta al punto più alto della fascialta di culatta, non incontrasse siffatta linea nessuno sporto di metallo, per esserne facile la direzione de' raggi visuali per la punteria.

Si è dato al cannone un bottone dietro la sua culatta, per rendere non solo facili alcune sue particolari manovre, ma per avere altresì dove francamente appoggiare il dado necessario, e

per la costruzione delle forme, e per la barenatura, e tornitura del pezzo.

È sufficiente per le idee, che ci siamo proposti di manifestare, la maniera concisa, colla quale abbiamo parlato di queste parti superficiali, che appartengono alla pratica delle costruzioni, ed all' idea del bello più tosto, che al fondamento delle ragioni, che stabilisce la nostra teoria. Avremmo forse detto di meno, volendo dirne di più.

DELLA TEORIA DE' TIRI DELLE BOCCHE A FUOCO : MANIERA DI PUNTARE I PEZZI.

Il primo, e forse l' unico oggetto da riguardarsi nelle armi da fuoco, è quello di colpire tirando; e disgraziatamente non se ne sono avuti dei metodi approssimanti alla sicurezza, che molto tardi. Gli antichi sistemi non risentivano, che di lungheria, difficoltà, ed incertezza : o i colpi erano tutti perduti; o l' azzardo ne dirigeva alcuni; o bisognava, che il nemico molto attendasse per riceverli : cortesia molto rara.

Ogni tiro era il risultato di un operazione balistica, e trigonometrica; ma i cannonieri non sono stati mai matematici, nè il breve tempo, e la poca tranquillità dello spirito permettevano all' uffiziale di mostrarsi tale in quel momento.

La carica è fissa ne' cannoni di battaglia, e non riceve sovente, che due variazioni in quei di assedio, e di difesa, pel rimbalzo cioè, e per la breccia; saranno dunque le variabili nella soluzione de' problemi balistici, la linea del tiro, e l' angolo della projezione.

Essendo in tutt' i casi, la linea del tiro, quella in cui si trovano egualmente, il punto della projezione, e l' altro da colpirsi; sarà essa sempre una corda della curva descritta dal mobile. È dunque lo stesso rinvenire l' angolo di projezione, data la velocità del mobile, e la posizione e grandezza della linea del tiro, che determinare l'angolo della tangente al punto della projezione, e la linea stessa, poste le medesime circostanze; data cioè l' obliquità della linea del tiro sull' orizonte. Questo principio è il fondamento della nuova maniera di puntare le armi da fuoco col graduatore.

La costruzione stessa dell' arme, ci conduce direttamente alla conoscenza de' risultati, che vogliamo fissare. Essendo ne' cannoni il diametro della culatta, maggiore dell' altro della gioja, l' asse dell' anima, e la linea di mira, che passa per gli estremi di tali diametri verticali, non essendo parallele, s' incontreranno al di là della bocca. Dalla lunghezza del cannone, e dalla differenza di questi diametri, viene naturalmente fissato non solo l' angolo d' incontro, detto di

mira, ma la distanza in cui tale incontro succede al di là della bocca. Dopo questo incontro, prolungate le linee, si discosteranno; dunque la curva descritta dal mobile, ch' esce dall' anima, avendo per tangente la prima, ch' esprime il prolungamento dell' asse dell' anima, dopo di aver percorso un determinato spazio, anderà ad incontrare la seconda.

Se dunque l' oggetto a colpirsi, si trov' in questo punto d' incontro, dirigendosi regolarmente lo sguardo, lungo la linea, che passa pei punti più sollevati della fascialta di culatta, e della gioja, l'oggetto dovrà colpirsi. Se in vece di questo, l' oggetto si trovi in qualunque altro punto della suddetta curva, sia prima dell' accennato, che noi chiameremo di punto in bianco naturale, o di secondo incontro della curva colla linea di mira, sia dopo, la linea del tiro sarà variata, e questa prolungata dalla parte della culatta, ora ne incontrerà la sua fascialta, in un punto del diametro verticale più vicino all' asse del pezzo, di quello marcato dalla costruzione dell' arme, ed ora in un punto più distante. Se dunque si miri per queste nuove linee, si colpirà egualmente l' oggetto, e questi nuovi punti d' intersezione della curva colle linee de' tiri, si chiameranno punt' in bianco artificiali.

Sarà una conseguenza naturale dell' esposta

principio, che un oggetto a minore distanza del punto in bianco naturale dell' arme, obligando di far mirare per un punto inferiore al più alto della fascialta di culatta, obligherà ad abbassare la bocca al di sotto della direzione dell' oggetto, come una distanza maggiore, determinerà a sollevarla, o bene a traguardare all' oggetto, per un punto più alto, al superiore della fascialta suddetta.

Secondo questa teoria, si comprende facilmente, che tutt' i tiri delle armi da fuoco, possono ridursi al punto in bianco, sia naturale, sia artificiale: che il naturale è unico per un pezzo di determinata costruzione, e carica determinata in quantità, e qualità; e che varia al variare di quest' ultima, incontrando in tal caso la linea proveniente dai punti più sollevati della culatta, e della gioja, in punti più, o meno distanti, crescendo, o decrescendo le cariche.

Conoscendosi dunque le dimensioni di un pezzo di artiglieria, l' indole della curva, e la velocità iniziale della palla; il punto in bianco naturale del pezzo, e successivamente tutti gli altri artificiali saranno determinati, colla conoscenza delle parti del diametro verticale della culatta, sia in aumento, sia in decremento, nate dalla determinazione degl' innalzamenti, o degli abbassamenti de' varj punti della curva, dove si suppone l' oggetto, rapportati alla posizione di

quello, spettante al punto in bianco naturale dell' arme già fissato.

Essendosi rinvenute nell' articolo delle velocità iniziali, tutte le velocità nascenti dalle varie quantità, e qualità di polvere, passiamo al ritrovato delle formole, che fissano la conoscenza della velocità iniziale, e residua, del tempo, e dello spazio descritto da un projetto nel mezzo resistente, supponendo lo spazio quasi rettilineo, potendosi così francamente considerare i tiri di punto in bianco, essendo piccola la distanza nell' oggetto fra il punto mirato, ed il punto colpito, rapporto alla distanza da cui parte il colpo. Gli errori de' nostri risultati saranno secondo siffatta ipotesi di poco rilievo, e sempre minori degli altri nascenti dalla moltiplicità, e complicazione de' calcoli, ne' quali cadremmo, volendo supporre curvilineo, lo spazio descritto dal projetto nel mezzo suddetto, in distanze non molto grandi.

Noi ne faremo tutte le applicazioni alla pratica de' tiri, per facilitarne l' uso.

Si chiami R la resistenza dell' aria, x lo spazio corso dal projetto, o la celerità iniziale, v la residua; sarà $Rdt=-mdv$ (essendo non già un incremento, ma un decremento di velocità quello, che s' imprime al corpo dalla resistenza suddetta). Ma $dt=\frac{dx}{v}$. Dunque $Rdt=-mvdv$,

ed $\frac{Rdx}{m}=-vdv$; ma $\frac{R}{m}=\frac{9gh}{8rg'}$, (perciò , che si è detto nell'articolo della resistenza de' mezzi). Dunque $\frac{9gv^2dx}{60,4\times 8rg'}=-vdv$, e $\frac{9gdx}{483,2\times rg'}=-\frac{dv}{v}$, che integrata dà $\frac{9gx}{483,2rg'}=-Lv+C$. Nel principio del moto $x=0$, ed $v=c$, cioè la celerità iniziale eguale alla residua; dunque $C=lc$, che sostituita dà $\frac{9gx}{483,2rg'}=-Lv+Lc=L\frac{c}{v}$. Dato dunque il calibro del pezzo , e due delle tre quantità x , c , v , ossia portata , celerità iniziale , e residua, si troverà sempre la terza. Se quindi si faccia uso della formola $\frac{9gx}{483,2rg'}=L\frac{c}{v}$ (trattandosi di logaritmi iperbolici) non si errerà molto nella pratica de' tiri nel mezzo resistente.

Stabiliamo ora la formola del tempo, in cui si scorre lo spazio x. Posta la quantità $\frac{9g}{483,2rg'}=a$ (costante , e particolare in ogni pezzo di artiglieria) ; sarà $ax=L\frac{c}{v}$, ed essendo b la base logaritmica, sarà $b^{ax}=\frac{c}{v}$, ed $v=\frac{c}{b^{ax}}$; ma $v=\frac{dx}{dt}$; dunque $\frac{c}{b^{ax}}=\frac{dx}{dt}$, e $dxb^{ax}=cdt$, che integrata dà $\frac{b^{ax}}{alb}=ct+C$. Nel principio del

moto $x=o$, $t=o$; dunque $\frac{b^o}{alb}=\frac{1}{alb}=o+C$;
dunque $C=\frac{1}{alb}$, sostituendo $\frac{b^{ax}}{alb}=ct+\frac{1}{alb}$ Dunque $t=\frac{b^{ax}}{aclb}$; ma della base logaritmica iperbolica, il logàritmo è l' unità; dunque $t=\frac{b^{ax}-1}{ac}$.
Date quindi due, delle tre grandezze t, c, x, si rinverrà sempre la terza.

Colla conoscenza, e l' uso di tali formole, si possono risolvere tutt' i problemi, che hanno grande influenza nella teoria de' tiri.

TAVOLA

DI VARJ OGGETTI SPETTANTI ALLA TEORIA DE' TIRI.

Valori di $a = \frac{9g}{40,27rg'}$ (31)

24	16	12	4
$\frac{9}{52841,379004}$	$\frac{9}{48820,3571}$	$\frac{9}{45779,62779}$	$\frac{9}{30718,61783}$

Logaritmi de' denominatori.

4,7229741	4,6886725	4,6606722	4,4874016

Logaritmi, e complementi aritmetici di a

6,2312684	6,2655705	6,2935703	6,4668409
3,7687316	3,7344295	3,7064297	3,5331591

---

(31) Il rotto $\frac{9g}{483,2rg'}$ noi lo vediamo cambiato in $\frac{9g}{40,27rg'}$, perchè le circostanze dell' aria sono diverse: la palla con una velocità maggiore di 1287 piedi, ne triplica gli effetti; non essendo sostenuto il vuoto lasciato dalla palla traversandolo, l' azione diviene percossa, e per questo accidente gli effetti sono ancora raddop-

Cominciamo col farne un applicazione ai varj casi, moltiplicandone anche gli esempj, per renderne più facile l' uso.

Problema 1.° Conoscendosi la velocità iniziale di una palla, trovare la velocità, che gli resta al termine di un dato spazio.

Si prenda la formola $ax = L\frac{c}{v}$, e si chiami i il numero pel quale bisogna moltiplicare il logaritmo delle tavole, per ridurlo ad iperbolico, il quale eguaglia 2,3025851; sarà

$$ax = i \,.\, L\frac{c}{v} = (Lc - lv)i.$$

Dunque $Lc - Lv = \frac{ax}{i}$, e $Lv = Lc - \frac{ax}{i}$.

Esempiò 1.° Sia una palla da 24, spinta con 1460 piedi di velocità iniziale; qual sarà la sua velocità residua al termine di 200 tese, o 1200 piedi percorsi?

$$\begin{aligned} L\,a &= 6{,}2312684 \\ L\,x &= 3{,}0791812 \\ Com.\,i &= 9{,}6377844 \\ \hline & \,8{,}9482340 \\ \hline & \,0{,}0887634 \end{aligned}$$

, il numero è

piati. Sarà dunque tutto l' effetto 12 volte più grande, e per fare acquistare al rotto questo valore, bisogna dividere il suo denominatore per 12, e questa operazione ha tradotto in 40,27 il coefficiente del denominatore, ch' era 483,2.

$Lc=3.1643529$; dunque
$Lv=3,0755892$, il numero è
$v=1190$ piedi.

Giungerà dunque con 1190 piedi di velocità la palla da 24 al termine di 200 tese, se venga spinta con 1460 piedi di velocità iniziale.

Problema 2.° Data la velocità residua, e lo spazio percorso, trovare la velocità iniziale.

Essendo $Lv=Lc-\frac{ax}{i}$; sarà $Lc=Lv+\frac{ax}{i}$.

Esempio 2.° Abbia 900 piedi di velocità residua una palla da 16, al termine di 180 tese percorse.

$La=6,2655705$
$Lx=3,0334237$
$Com.i=9,6377844$
8.9367786, il numero è
$0,0864527$; ma
$Lv=2,9542425$. Dunque
$Lc=3,0406952$, il numero è
$c=1098$ piedi.

Dovrà dunque partire con 1098 piedi di velocità la palla da 16, per giungere con 900 piedi di velocità, dopo di aver descritto 180 tese.

Problema 3.° Data la velocità iniziale, e la residua, trovare lo spazio, che ha corso un projetto.

$Lc-Lv=\frac{ax}{i}$; dunque $L\frac{c}{v}\cdot\frac{i}{a}=x$.

Esempio 3.° Sia una palla da 24, animata da 1250 piedi di velocità iniziale, e debba giungere allo scopo con 830 piedi di velocità; trovare lo spazio, che ha dovuto percorrere.

$$L\,i = 0{,}3622156$$
$$Com.\,a = 3{,}7687316$$
$$L\frac{i}{a} = 4{,}1309472$$
$$L\,c = 3{,}0969100$$
$$Com.\,v = 7{,}0809219$$
$$L\frac{c}{v} = 0{,}1778319 \text{, il log. è}$$
$$L\,L\frac{c}{v} = 9{,}2500096\text{; ma}$$
$$L\frac{i}{a} = 4{,}1309472\text{. Dunque}$$
$$L\,x = 3{,}3809568 \text{, il numero è}$$
$$x = 2404 \text{ piedi} = 400 \text{ t., } 4 \text{ piedi.}$$

Per fare dunque, che una palla da 24 percorra 400 tese, 4 piedi, bisogna, ch' essendo 830 piedi la sua velocità residua, sia 1250 la sua iniziale.

Problema 4.° Dato lo spazio, ed il tempo, che ha impiegato un projetto nel percorrerlo, trovare la sua velocità iniziale.

Essendo $t = \frac{b^{nx} - 1}{ac}$, sarà $c = \frac{b^{nx} - 1}{at}$.

Esempio 4.° Percorra in 0,7" di tempo, lo spazio di 850 piedi, una palla da 16.

Sarà prendendo i log. $axlb=ax$, ch' è un logaritmo$=\frac{7650}{48828,3571}$.

$$L.7650=3,8836614$$
$$\text{Comp}.48828,3571=5,3113705$$
$$\text{Log. del rotto}=9,1950319$$

Essendo il log. del rotto $=9,1950319$

$$\text{Comp}.2,3025851=9,6377844$$
$$8,8328163\text{, il numero è}$$
$$Lb^{ax}=0,0680481\text{, il numero è}$$
$$b^{ax}=1,1696289\text{, si tolga l'uno}$$
$$b^{ax}-1=0,1696289\text{, il log. è}$$
$$L(b^{ax}-1)=9,2294997$$
$$La=3,7344295$$
$$Lt=0,1549020$$
$$L\left(\frac{b^{ax}-1}{at}\right)=3,1188312\text{, il num. è}$$
$$c=1314\text{ piedi.}$$

Dovrà dunque partire con 1314 piedi di velocità iniziale, una palla da 16, per descrivere lo spazio di 850 piedi in $0,7''$.

Problema 5.° Data la velocità di un projetto, e lo spazio descritto, determinare il tempo del suo corso

Si facci uso della solita formola $t=\frac{b^{ax}-1}{ac}$.

Esempio 5.° Descriva lo spazio di 360 tese $=2160$ piedi una palla da 24, partendo con 1400 piedi di velocità

Determinare il tempo del suo corso.

Prendendo i Logaritmi si avrà al solito

$$axlb = ax = \frac{19440}{52841,379831}$$

$$L.19440 = 4,2886963$$

$$Comp.52841,3798 = 5,2770259$$

$$\overline{9,2035066}$$ il numero è

$$L.b^{ax} = 0,1597741$$ il numero è

$$b^{ax} = 1,4446882$$, si tolga l'unità

$$b^{ax} - 1 = 0,4446882$$, il logaritmo è

$$L.(b^{ax} - 1) = 9,6480555;$$ ma

$$L.a = 3,7687316$$

$$Com.c = 6,8538720$$

$$L.t = 0,2706591$$, il numero è

$$t = 1,8649'' = 1'',51'''.$$

Impiegherà dunque $1'',51'''$ di tempo una palla da 24 per descrivere 360 tese, con 1400 piedi di velocità iniziale.

Problema 6.° Quale sarà lo spazio, che descriverà un projetto, conoscendosi la velocità iniziale, ed il tempo, che vi ha impiegato in percorrerlo?

Facendosi uso della formola $t = \frac{b^{ax} - 1}{ac}$, si otterrà $b^{ax} = act + 1$. Dunque $axlb = ax = L.(act + 1)$

Esempio 6.° Percorra una palla con 1300 piedi di velocità iniziale in $0,9''$ di tempo, uno spazio; determinare qual egli sia

$L.a=6,2312684$
$L.c=3,1139433$
$L.t=9,9542425$
$L.act=9,2994542$, il numero è
$act=0,1992756$, si aggiunga l'unità
$act+1=1,1992756$, il logaritmo
$L.(act+1)=0,0789189$, il logaritmo è
$L.L(act+1)=8,8971810$; ma
(32). $L.2,3025851=0,3622156$. Dunque
$L.ax=9,2593966$.
Essendo $L.ax=9,2593966$, e
$L.a=3,7687316$. Sarà
$L.x=3,0281282$, il numero è
$x=1067$ piedi $=177$ tese 5 piedi.

Una palla da 24, descriverà dunque in 0,9″ di tempo, uno spazio di 177 tese e 5 piedi, se la sua velocità iniziale sia stata di 1300 piedi.

Essendosi fissate le formole, che costituiscono il fondamento della teoria de' tiri, e con essa

(32) Si è osservato nella formola del ritrovato del tempo, e della celerità, posto in azione il comp. di $2,3025851=i$, ed in questa il logaritmo; giacchè essendo per ciò, che si è detto ax, sempre divisa per i, ne nasce, che tutte le volte voglia trovars' il valore di ax per se stesso, al suo logaritmo, bisogn' aggiungervi il comp. di i ed ogni volta voglia trovarsi qualunque altra quantità x per esempio, pel ritrovato dell' altro membro, debba moltiplicarsi l' equazione per i, ed aversi per questo il logaritmo, e non il suo compimento.

l' altra del punto in bianco, a cui si riducono tutt' i tiri de' cannoni, e degli obici, possiamo francamente avanzarci al ritrovato delle formole del punto in bianco. Noi cercheremo di generalizzare la teoria; faremo quindi delle riflessioni, che ci condurranno con sommo piacere, ed estremo vantaggio a conoscere la necessità di trascurare, anzi di disprezzare la diversità di livello fra il centro della bocca del pezzo, ed il punto colpito, ossia di non aver conto delle varie obliquità della linea del tiro sull' orizonte, negli affari regolari, ottenendo da questo disprezzo, degli errori molto meno sensibili di quelli, che non potremmo affatto evitare avendo riguardo alla diversità delle inclinazioni, alla complicazione de' calcoli risultanti da questa supposizione; in fine agli altri, che la teoria del mezzo resistente, naturalmente vi nasconde nella pratica de'risultati. La semplicità in fine prevalerà da per tutto. Trattiamo primieramente della formola generale, in cui niente è trascurato.

Sia *BDH* (*Fig.* 27) la linea di mira, *CFG* l' asse dell' anima, comunque inclinato all' orizonte, *CB* il semidiametro della culatta, *FD* l' altro della gioja, *CF* la lunghezza dell'asse dell' anima, *FELI* la curva descritta dal projetto con qualunque velocità, la quale passerà prima per di sopra la direzione della linea di mira, e quindi si abbasserà, e per effetto de-

ciso della sua gravità sulla velocità tangenziale l' incontrerà. Sia DEF l' angolo d' incontro della linea di mira coll' asse dell' anima, detto angolo di mira $=i$, il quale è particolare alla costruzione di ciascun pezzo di artiglieria, $DFE=w$ l' altro della verticale pel punto più alto della gioja coll' asse dell' anima; t in fine il tempo impiegato dal projetto per giungere al bersaglio.

Nel triangolo DFE (chiamando $FE=h$, $BD=d$, lunghezza superiore del cannone fra i due punti più alti; lo spazio $FG=x$), si ha $h:DF=\text{sen.}(\overline{w+i}):\text{sen.}i$, e $DF=\frac{h\text{sen.}i}{\text{sen}\cdot\overline{w+i}}$. Ma $HG:GE=DF:FE$; ossia $HG:x-h=\frac{h\text{sen.}i}{\text{sen}\cdot\overline{w+i}}:h$ Dunque $AG=(x-h)\ \frac{\text{sen.}i}{\text{sen.}\overline{w+i}}$. Ma $DE:h=\text{sen.}w:\text{sen.}\overline{w+i}$. Dunque $DE=\frac{h\text{sen.}w}{\text{sen}\cdot\overline{w+i}}$. Ma $EH:EG=DE:FE$; sicchè $EH=(x-h)\ \frac{\text{sen.}w}{\text{sen}\ \overline{w+i}}$. Ma

$$DH=DE+EH=$$

$$\frac{h\text{sen.}w}{\text{sen.}\overline{w+i}}+(x-h)\frac{\text{sen.}w}{\text{sen.}\overline{w+i}}=\frac{x\text{sen.}w}{\text{sen.}\overline{w+i}}.$$

E $BD:BA=DH:HI$; ossia $d:BA=\frac{x\text{sen.}w}{\text{sen.}\overline{w+i}}:HI$ ed $HI=IG-GH$, ed $IG=15,1$. P. Dunque $HI=$

$15,1 . t^2 - (x-h) \frac{\text{sen}.i}{\text{sen}.\overline{w+i}}$. Ma $t^2 = \frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2}$. Dunque $HI = 15,1 \frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2} - (x-h)\frac{\text{sen}.i}{\text{sen}.\overline{w+i}}$. Quindi $BA = y$ (ossia l'altezza del graduatore) $= 15,1 . d$ $\text{sen}.\overline{w+i} \frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2 x \text{sen}.w} - d(x-h)\frac{\text{sen}.i}{x\text{sen}.w}$.

Da questa equazione si ricava quella del dunto in bianco. Supponendo perciò $y=0$, sarà $\frac{15,1(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2} = (x-h)\frac{\text{sen}.i}{\text{sen}.\overline{w+i}}$, nella quale trovandosi successivamente i valori di sen.i , di c , e di x, si avranno , l' angolo di mira , la velocità , e la distanza in cui succede il punto in bianco ; ed al solito , colla conoscenza di due di tali grandezze, si determina sempre la terza.

Supponendos' il cannone in posizione tale , che la sua linea di mira sia orizzontale , l'equazione $\frac{15,1(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2} = (x-h)\frac{\text{sen}.i}{\text{sen}.\overline{w+i}}$, si trasforma in quest' altra molto più facile a maneggiarsi $\frac{15,1(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2} = (x-h)\text{sen}.i$, divenendo sen.$\overline{w+i} = 1$.

E siccome supponendo ancora il cannone elevato, per quanto la costruzione del suo affusto, e l'uso a cui è destinato , lo richieggono ; lo spazio di caduta verticale del projetto nel tempo stesso , che descrive la traettoria , e che deve sempre essere verticalmente intercetto fra la linea di mira,

e l'asse prolungato è $EF=ED-FD$; (*Fig.*28) e siccome ED è la tangente dell'angolo EBD, come FD lo è dell' altro FBD (essendo di entrambi BD il raggio); sarà $ED=BD \text{tang}.EBD$, ed $FD=BD \text{tang}.FBD$. Dunque $EF=ED-FD=BD(\text{tang}.EBD-\text{tang}.FBD)$. Ma $BD=x\cos.FBD$ (essendo x lo spazio, ed ottenendosi $FB:BD$, ossia $x:BD=1:\cos.FBD$, rappresentando per x il raggio). Sarà dunque $EF=x\cos.FBD$ (tang. EBD–tang.FBD). Ma noi abbiamo trovato nella posizione orizzontale della linea di mira, essere $EF=(x-h)\text{sen}.i$, e questo valore non differisce, che poco, come faremo vedere nelle applicazioni, che ne daremo, da $x\cos.FBD$ (tang. EBD–tang.FBD), (supponendo svanire h; come osserveremo potersi eseguire). Potremo dunque, senza molto temere di errare nella pratica de' tiri, considerare nelle regolari, e piccole elevazioni, o depressioni del cannone, come eguali al punto in bianco naturale del pezzo nel suo sito orizzontale, gli altri, che risultano dalle sue posizioni oblique.

Ripigliando la nostra equazione generale al punto in bianco $15,1\frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2}=(x-h)\text{sen}.i$, avremo le tre seguenti equazioni, per la velocità, l' angolo di mira, e lo spazio.

$$c=\sqrt{\frac{(b^{ax}-1)^2.\,15,1}{a^2(x-h)\text{sen}.i}}$$

$$\text{sen}.\,i = \frac{15{,}1(b^{ax}-1)^2}{(x-h)a^2c^2}$$

$$ax = \log\left(ac\sqrt{\frac{(x-h)\,\text{sen}.\,i}{15{,}1}}+1\right).$$

Di queste tre equazioni, le due prime sono molto facili a risolversi, ma la terza essendo un equazione trascendente, non possiamo risolverla, che per approssimazione; cioè o col metodo del falso, come l' ha spesse volte praticato l' insigne Euler (locchè moltiplicherebbe al sommo le operazioni, e complicherebbe i risultati di una lungheria strana al nostro soggetto), o coll' altro delle serie infinite; metodo da seguirsi, con una confidenza altrettanto maggiore, essendo molto convergente la serie risultante. Intanto, presentando la formola ultimamente citata, delle difficoltà molto serie nel maneggiarla, per ridurla in serie infinita, è molto giovevole per noi, facendo delle nuove riflessioni, di ridurla ad un altra anche più semplice, e maneggevole.

Tirata una parallela all' asse dell' anima pel punto più sollevato della gioja, incontrando la verticale pel punto più alto della fascialta di culatta, formerà questa, colla differenza de' raggi della fascialta suddetta, e della gioja, e la linea superiore del cannone, un triangolo simile all' altro formato dal prolungamento della stessa parallela incontrando la verticale per l' oggetto, dal-

la parte intercetta fra l' incontro suddetto, ed il prolungamento della linea superiore del cannone, e da quest' ultima linea superiore prolungata. E siccome la distanza fra i raggi accennati, sta alla marcata differenza, come il raggio alla tangente di mira; sarà così espressa da r tang.i la differenza de' raggi suddetti (chiamando r la distanza fra i raggi), e da x tang.i lo spazio di caduta verticale nello stesso tempo, che si descrive la traettoria (essendo x la distanza sino all' oggetto). Ma lo spazio accennato $=15,1t^2$; dunque x tang.$i=15,1t^2$, e $t^2=\frac{x\,\text{tang.}\,i}{15,1}$. Ma t^2 nella prima supposizione $=\frac{(x-h)\text{sen.}\,i}{15,1}$; potrà dunque sostituirsi la prima alla seconda espressione, differendo per una quantità piccolissima i tempi, che le pareggiano, come quelli impiegati nel descriversi verticalmente due spazj diversi fra loro per pochi polllici.

Se dunque $t^2=\frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2}$; sarà $\frac{x\,\text{tan.}\,i}{15,1}=\frac{(b^{ax}-1)^2}{a^2c^2}$,

e $\frac{(b^{ax}-1)^2}{x}=\frac{a^2c^2\,\text{tang.}\,i}{15,1}$.

Si riduca in serie la quantità esponenziale b^{ax}. Si rifletta per eseguirlo, ch' essendo questa una grandezza, che ha per logaritmo iperbolico ax, come di b il logaritmo iperbolico è l' unità; sarà la serie $1+ax+\frac{a^2x^2}{2}+\frac{a^3x^3}{6}+\frac{a^4x^4}{24}$; ossia

$b^{ax}-1=ax+\frac{a^2x^2}{2}+\frac{a^3x^3}{6}$ tralasciando tutti gli altri termini, essendo le potenze successive di a, quelle di rotti, i di cui denominatori crescono a dismisura, dalla quarta potenza in poi, locchè produce de'termini così piccoli, da non doverne affatto tenere il minimo conto, malgrado l'esattezza, che ci siamo proposta ne'risultati. Dunque

$$(b^{ax}-1)^2=a^2x^2+a^3x^3,$$

ed

$$x=\frac{1}{2a}\pm\sqrt{\frac{c^2\text{tang.}i}{15,1a}+\frac{1}{4a^2}}$$

La vera espressione per tanto di tangente i nella formola, che abbiamo fissata, non è già quella dell'angolo di mira, ma dell'angolo *DBE* (*Fig. 30*), che differisce da quest'ultimo per l'angolo allo scopo. Siamo stati obligati di fare questa ragionevole supposizione, per conciliare in uno, la posizione della linea di mira orizontale ed obliqua. Essendo infatti nelle grandi distanze, tanto piccolo l'angolo allo scopo, da poterlo trascurare, ne nasce, che in tal caso tangente i= tangente $(i-\ddot{i})$, chiamando $\ddot{i}$ l'angolo allo scopo. Ma tangente $(i-\ddot{i})$ quasi niente differisce da cos. *FBD* (tangente *EBD*– tang. *FBD*) (*Fig. 28*). Si potrà dunque sostituire la seconda espressione alla prima, ed all'ultima, e non più riguardare l'obliquità della linea del tiro. Non si tralascerà per questo di potersi ottenere il vero valore dell' angolo i, coll'aggiungere ad $i-\ddot{i}$, l'angolo $\ddot{i}$, già rinvenuto allo scopo. Fissiamo la sicurezza

za della proposizione avanzata. Ed in primo essendo per la costruzione de'pezzi, nel cannone da 24 l' angolo *CAB* nel triangolo $EAC=88°,45'$, sarà (*Fig. 30*) $CA : CE=$ sen.E : sen.A, ossia $0,5361^{pi} : 1816^{p}=$sen.E : sen.A.

$$Log.0,5361=9,7292458$$
$$L.sen.A=9,9998966$$
$$Com.1816=6,7408442$$
$$6,4700266$$, il numero è
Sen.1, quasi di $1'$.

Essendo dunque trascurabile l' angolo allo scopo a questa distanza, perchè di $1'$, si potrà senz' errore prendere per *DBE*.

In secondo luogo, che tang. *DBE* poco, o niente differisca da cos. *EBF* (tangente *DBF*— tangente *EBD*) si rende chiaro nel modo seguente (*Fig. 28*).

Si prenda il caso del Problema 1.°, in cui la distanza è di 302 tese, l'angolo di mira di $1°,15'$, e l'angolo allo scopo conseguente di $1'$. Se l' asse dell' anima si suppone elevato di $4°$ (locchè è sufficiente), formerà un angolo di $2°,46'$ coll' orizonte, la linea superiore del cannone, e l'angolo alla bocca; quello cioè formato dall' asse dell'anima nel centro della bocca, e dalla linea, che lo congiunge alla linea di mira incontrando l'oggetto, sarà di $1°,14'$, essendo di $1'$ l' angolo allo scopo.

$$L.\cos.2°,46'=9,9994935$$

$L.\text{tang}.4^\circ = 8,8446437$

$\overline{8,8441372}$, il numero è $0,0698453$

Ma $Log.2^\circ,46' = 9,9994935$

$Log.\text{tan}.2^\circ,46' = 8,6841719$

$\overline{8,6836654}$, il numero è $0,0482686$

Dunque $0,0698453$

meno $0,0482686$

$\text{Cos}.EBF(\text{tan}.DBF - \text{tan}.EBD) = 0,0215767$. Ma

$L.\text{tan}.1^\circ,14' = 8,3330249$, il numero è $0,0215290$

dunque $0,0215767$

meno $0,0215290$

$0,0000477$, sarà la differenza fra la tangente alla bocca, ed il vero valore di $\cos.EBF\,(\text{tang}.DBF - \text{tang}.EBD)$ nelle 100000^{me} parti del graduatore naturale del cannone, ossia di $2^\circ,617$ si rende disprezzabilissima.

Ritornando alla formola

$$x = -\frac{1}{2a} \pm \sqrt{\frac{c^2 \text{tang}.i}{15,1.a} + \frac{1}{4a^2}}$$, se in essa

si trovino successivamente i valori dell' x variando gli accidenti, si troveranno non solo i punti in bianco naturali di tutt' i pezzi di artiglieria, ma anche tutti gli altri artificiali.

Le tre formole

$$x = -\frac{1}{2a} \pm \sqrt{\frac{c^2 \text{tang.} i}{15,1.a} + \frac{1}{4a^2}}$$

per lo spazio

$$c = \sqrt{\left(x^2 + \frac{x}{a}\right) . \frac{15,1.a}{\text{tang.} i}}$$

per la velocità

$$\text{tang.} i = \left(x^2 + \frac{x}{a}\right) \frac{15,1.a}{c^2}$$

per l' angolo di mira, risolveranno tutt' i problemi colla massima facilità, ricavandosi dalla terza i valori di graduatori, o degli abbassamenti, come faremo vedere fra poco.

Se si chiamino p, q i raggi ns, om della fascialta di culatta, e della gioja, sarà espressa da $p-q$ la differenza costante fra questi raggi, e da r tang.i l' occasionale, che dipende dalla grandezza dell' angolo di mira. Sarà dunque r tang.$i >$, o $<$ di $p-q$, se sarà maggiore, o minore dell' angolo di mira naturale del pezzo, l' artifi ·iale, che fissa la varietà delle circostanze. Il graduatore poi, che risulta dalla differenza di queste due grandezze, cioè r tang.$i-(p-q)$ diverrà positivo, o negativo, se l' angolo di mira artificiale, sarà maggiore, o minore del naturale, divenendo come si è detto r tang.i, maggiore, o minore di $p-q$. Si dovrebbe perciò nel primo caso traguardare all' oggetto per un punto superiore al più alto della fascialta di culatta, o per un punto inferiore nel secondo; o pure aggiun-

gere un risalto variabile alla gioja in quest'ultimo caso, per traguardare dal più alto, come nel primo. Ma essendo di entrambi gli ultimi mezzi, il primo d' impossibile, e di difficile esecuzione il secondo, risulta la necessità indispensabile di guardare pel punto più alto della culatta, al di sotto dell'oggetto, di una quantità $\frac{gx}{r}$, quarta proporzionale, dopo la distanza r frà i raggi, il graduatore negativo g, e la distanza x del cannone all' oggetto (33). I triangoli simili, che na-

---

(33) Non è precisamente la distanza r fra i raggi, quella, che forma uno de' lati de' triangoli simili, ma bensì bo (*Fig.29*) secante dell' angolo di mira artificiale boc, avendo per raggio $oc=r$. Per cui la quarta proporzionale sarà $\frac{gr\,sen.\bar{i}}{r\,tang.\bar{i}}$ (essendo $bo : r = rag.cos.$, e $bo = \frac{rag.r}{cos.}$; ma $\frac{rag.}{cos.} = \frac{tang.\bar{i}}{sen.\bar{i}}$ dunque $\frac{r.rag.}{cos.} = \frac{r\,tang.\bar{i}}{sen.\bar{i}}$. Sarà questa la vera espressione da sostituirsi ad r nella quantità $\frac{gx}{r}$, che diviene così $\frac{gx\,sen.\bar{i}}{r\,tang.\bar{i}}$; ma siccome in tale sostituzione del raggio, in vece della quantità ritrovata, o della secante di mira, non si ottiene per differenza nelle altezze risultanti, al di sotto delle quali si deve mirare per colpire, che 4 in 5 punti, quantità non suscettibile di osservazioni col cannocchiale; così per semplificare l' espressione, noi adotteremo con sicurezza $\frac{gx}{r}$ per $\frac{gx\,sen.\bar{i}}{r\,tang.\bar{i}}$.

*

turalmente si formano da questa supposizione, danno lo sviluppo della nostra assertiva.

Se l'espressione del graduatore è $r \tan g. i-(p-q)$;

Che sia così: essendo l'angolo di mira naturale del pezzo da $24 = 1^{\circ}, 15'$, dovrà essere minore di questo l'artificiale, per essere negativo il graduatore. Supponghiamolo $= 1^{\circ}$; sarà nel caso della secante di mira

$L\ r = 2{,}0751818$

$L. \text{tang.} i = 8{,}2419215$ di 1°

$0{,}3171033$ il numero è

$2{,}075$; ma $p-q =$

$2{,}617$; dunque

$r \,\text{tang.}\, i-(p-q) \dots = 0{,}542\ g$, il di cui logaritmo è

$L\ g = 9{,}7339993$

$L\ x = 3{,}2591158$

$L. \text{sen.} i = 8{,}2418553$ di 1°

$Com. \text{tang.} i = 1{,}7580785$ di 1°

$Com. r = 7{,}9248182$

$0{,}9178671$, il numero è

$8{,}2761125$ di piede.

Calcolando ora il raggio per la secante, si ha

$L\ g = 9{,}7339993$

$L. x = 3{,}2591158$

$Com. r = 7{,}9248182$

$0{,}9179333$, il numero è

$8{,}2788495$; ma calcolando

la secante era $8{,}2761125$

$0{,}002737$ di piede, la differenza verticale in altezza $= 4$, in 5 punti, come si è detto.

sarà $r \tan g. i - (p - q) \frac{x}{r}$ l' altra dell' abbassamento al di sotto dell' oggetto. Trovato così l' angolo di mira, dopo la conoscenza della distanza, si rinviene nella prima formola il valore del graduatore, e nella seconda l'altro dell' abbassamento.

Non ci resta, che dimostrare il vantaggio di non tener conto, come abbiamo accennato della differenza di livello, fra il punto mirato, e l' altro colpito, vantaggio inapprezzabile nella pratica de' tiri, e nella costruzione delle tavole; ma la soluzione di questo problema, essendo fortemente ligata all' applicazione delle formole, che abbiamo stabilite, ci costringe di ultimare tali applicazioni.

Cominciamo con fare delle applicazioni, dando nel tempo stesso una tavola, come si vede quì appresso, indispensabile alla soluzione di tutt' i problemi, che riguardano la teoria dei tiri.

TAVOLA

Delle demensioni de' pezzi, che influiscono all' esattezza dei tiri; angoli dell' asse colla linea di mira; lungezza totale de' pezzi; distanza in cui la linea di mira incontra l' asse al dì là della bocca; vento dell' anima; raggi della culatta, e della gioja; distanza fra questi raggi, ec.

Nomi de' pezzi		Raggi della fasciaka di culatta	Raggi nella gioja.	Distanze fra questi raggi.	Angoli dell'asse colla linea di mira.	Distanza in cui tali linee s'incontrano.	Idem in parti decimali.	Lunghezza totale de' pezzi in piedi, pollici, e linee.	Vento dell' anima in parti decimali.	Vento in linee, e punti.
Cannoni	24	0,7514	0,535	118,83	1°,15'	24,492	10,87	10, 10, 5, 11	0,0104	1',6"
	16	0,6556	0,467	103,062	1°,15'	20,254	9,49	9, 5, 10, 9	0,0104	1',6"
	12	0,5	0,4	71 965	0°,57'20"	-4,22	6,59	6, 7, 1, 6	0,0069	1'
	4	0,3443	0,276	41,575	0,57',20"	17,196	4,541	4, 6, 6, 0	0,0069	1'
Obici	8	0,6525	0,5625	34	» »	∞	3,48	3, 5, 10, 0	0,0138	2'
	6	0,4635	0,4635	28,312	» »	∞	2,79	2, 9, 6, 0	0,0104	1',6"

Problema 1.° Dato il calibro del pezzo, il suo angolo di mira naturale, e la velocità della palla, determinare il suo punto in bianco.

Sia nel cannone da 24 l' angolo di mira di $1°,15'$, e 1275 piedi la velocità della palla.

Nella formola

$$x = -\frac{1}{2a} \pm \sqrt{\frac{c^2 \text{tang}.i}{15,1 . a} + \frac{1}{4a^2}} .$$

$$Lc^2 = 6,2110204$$

$$L\,\text{tang}.i = 8,3388563$$

$$Comp.15,1 = 8,8210231$$

$La=3,7687316$

$L\frac{c^2\text{tang.}i}{15,1.a}=7,1396314$, il num. è

$\frac{c^2\text{tang.}i}{15,1.a}=13792131$. Ma

$Comp.4=9,3979400$

$La^2=7,5442268$

$L\frac{1}{4a^2}=6,9421668$, il num. è

$\frac{1}{4a^2}=8753000$. Dunque

$\frac{c^2\text{tang.}i}{15,1.a}+\frac{1}{4a^2}=22545131$, il log. è

$7,3530527$, la metà è

$3,6765263$, il num. è

$4748,17049$. Ma

$Comp.2=9,6989700$

$La=3,7687316$

$L\frac{1}{2a}=3,4677016$, il num. è

$2935,63218$. Dunque

$x=4748,17049-2935,63218=1812,53831=302,6$. (piedi te.p.)

Sarà dunque 302 tese, e 6 pollici il punto in bianco del pezzo da 24 della nostra ordinanza, caricato con 8 libre di polvere della qualità marcata dal provetto, con 100 tese nella portata del suo globo, spinto da 3 once.

Si trovano collo stesso metodo i punt' in bianco de' pezzi da 16, 12, e 4, essere di 295 tese,

239, e 221 tese, 5 pollici, caricati con 5 $\frac{1}{3}$ lib. 4 lib., 1 $\frac{1}{2}$ lib. della stessa qualità della polvere precedente.

Problema 2.° Dato l' angolo di mira naturale del pezzo, e la distanza dell' oggetto, che si vuole colpire di punto in bianco, determinare la velocità della palla.

Esempio 2.° Sia nel cannone da 16 di 1°,15' l'angolo di mira, ed 850 piedi lo spazio.

Nella formola

$$c=\sqrt{\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.a}{\text{tang.}i}}.$$

$L\,x=2,9294189$

$\text{Comp.}\,a=3,7344295$

$L\frac{x}{a}=6,6638484$, il num. è 4611565; ma

$2lx=5,8588378$, il num. è 722500; dunque

$x^2+\frac{x}{a}=5334065$, il log. è

$6,7270582$; ma

$L\,15,1=1,1789769$

$L\,a=6,2655705$

$\text{Com.tang.}i=1,6611437$

$5,8327493$, la metà è $2,9163746$, il num. è $824,8$.

Non sarà dunque, che 824,8 di piede la velocità iniziale della palla da 16, sottoposta alle circostanze indicate.

Problema 3.° Data la velocità della palla, e la distanza dell' oggetto, puntare il pezzo; determinare cioè il graduatore positivo, o pure l' altezza sotto della quale bisogna puntare per colpire.

Alla distanza di 1900 piedi, abbia 1200 piedi di velocità iniziale la palla da 24.

Per determinare primieramente l' angolo di mira artificiale, si prenda la formola

$$\text{tang.}\, i=\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.a}{c^2}.$$

$L\,x=3,2787536$

$\text{Comp}\cdot a=3,7687316$

$7,0474852$, il numero è

11155402; ma

$2lx=6,5575072$, il numero è

3610000, dunque

$x^2+\frac{x}{a}=14765402$, il logaritmo è

$7,1692452$

$L\,15,1=1,1789769$

$L\,a=6,2312684$

$\text{Com.}\,c^2=3,8416376$

$L\,\text{tang.}\,i=8,4211281$, il numero è

$1^\circ,30',637=1^\circ,30',38'',13'''.$

La formola è $r\tang.i-(p-q)$

$$Lr=2,0751818$$
$$L\tang.i=8,4211281$$
$$\overline{0,4963099}$$, il numero è $3,1355$; ma
$$p-q=2,617$$ pol. Dunque

il graduatore $=0,5185$ di pollice.

Se però debba tirarsi alla distanza di 960 piedi colla velocità di 1200 piedi, allora la stessa formola $\tang.i=\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.a}{c^2}$, indicherà l'angolo di mira artificiale

$$Lx=2.9822712$$
$$La=5,7687316$$
$$\overline{6,7510028}$$, il numero è
$$\frac{x}{a}=5636412$$; ma
$$\overline{2lx=5,9645424}$$, il numero è
$$x^2=921600$$; dunque
$$x^2+\frac{x}{a}=6558012$$, il logaritmo è
$$\overline{6,8167721}$$; ma
$$L15,1=1,1789769$$
$$La=6,2312684$$
$$Com.c^2=3,8416376$$
$$\overline{L\tang.i=8,0686550.}$$

Essendo questa tangente di un angolo minore di $1^\circ,15'$, angolo di mira naturale del pezzo, l' oggetto sarà più vicino del punto in bianco naturale del pezzo, come verrà indicato dal residuo negativo, che risulterà nell' applicazione alla formola; per cui dovendosi trovare la distanza al di sotto del punto a colpirsi, si riguarderà la formola $(r \text{ tang.} i-(p-q))\ \frac{x}{r}$ per l' abbassamento.

$$Lr = 2{,}0751818$$
$$L\text{tang.}i = 8{,}0686550$$
$\overline{0{;}1438368}$, il numero è $\overline{1{,}3926335}$; ma

$p-q = 2{,}617$. Dunque

e tang. $i-(p-q) = \overline{-1{,}2243665}$, il logaritmo è $0{,}0879113$; ma

$$Lx = 2{,}9822712$$
$$Com.r = 7{,}9248182$$
$\overline{0{,}9950007}$, il numero è $9{,}8855$ di piede.

È dunque a quest' altezza al di sotto dell' oggetto, dove bisogna mirare per colpire.

Ne' problemi, che abbiamo risoluti, vi si racchiude tutto ciò, che sotto qualunque aspetto possa riguardare la teoria de' tiri: non v' è caso non preveduto. Voglia per esempio sapersi a quale distanza bisogna situare una batteria di cannoni, da un opera di fortificazione, per colpirne

di puntò in bianco il sopraciglio del suo parapetto, con una velocità data, ed un graduatore fissato? Non v'è, che considerare la formola del graduatore $g=r$ tang.$i-(p-q)$.

Si determini in tale equazione il valore di tang.i, che sostituito nell'altra

$$x=-\frac{1}{2a}\pm\sqrt{\frac{c^2\,\text{tang.}i}{15,1.a}+\frac{1}{4a^2}}$$

darà in x il valore della distanza richiesta.

Nelle formole, di cui si sono date le applicazioni nel corso di questa teoria, abbiamo supposta orizontale la linea di mira: non si è però trascurato di riflettere, ch' essendo essa obliqua all' orizonte, l' espressione di abbassamento marcata nel primo caso da r tang.i, doveva essere sostituita nel secondo da x cos.FBD (tang.EBD–tang.FBD), che nelle grandi distanze, per la somma piccolezza dell' angolo allo scopo HFB, faceva divenire $EBF=$ all' angolo di mira ECF (*Fig.* 28.) (locchè non accade nelle piccole distanze, come faremo vedere). Se dunque l' espressione di x cos.FBD (tang.EBD–tangenteFBD) nelle regolari elevazioni del cannone, sostituita nella formola generale

$$\text{tang.}i=\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1\ a}{c^2},$$

in vece di tang.i, dà de' risultati nello spazio, nella velocità, e nel graduatore, tanto poco diversi dagli altri ottenuti dalla permanenza di

tang.i, da poterli trascurare, noi adotteremo con piacere il principio di non riguardare nella teoria de' tiri, la diversità di livello dell'oggetto da colpirsi, dalla batteria. La difficoltà di calcolare, unita alla pena di dover conoscere la diversità di livello in ogni operazione, toglierebbe altrimenti alla nostra teoria quel vantaggio, che la rende forse inapprezzabile nella pratica.

Facciamone delle applicazioni, ed osserviamo, se si possa usare francamente di questo inestimabile vantaggio.

Si supponga l'asse dell'anima, formare coll' orizonte un angolo di elevazione di 4°, il di cui angolo di mira naturale è 1°,15'; sarà così nella nostra supposizione $FBD=2°,45'$, ed $EBD=4°$. Si facci così coi logaritmi la seguente operazione.

$L\cos.FBD=2°,45=9,9994996$

$L\text{tang}.EBD=4°=8,8446437$

$8,8451433$ il numero è $0,0698462$

$L\cos.FBD=9,9994996$

$L\text{tang}.FBD=8,6815437$ di $2°,45'$

$8,6810433$, il numero è $0,0479781$. Dunque

$\text{Cos}.FBD(\text{tang}.EBD-\text{tang}.FBD)=0,0698462$

meno $0,0479781$

$0,0218681$, il logaritmo è $8,3398110$.

Sostituendo questo valore nella formola

$$x=-\frac{1}{2a}\pm\sqrt{\frac{c^2\text{tang.}i}{15,1\,.\,a}+\frac{1}{4a^2}},$$

in vece di tang.i , si otterrà , come l' esempio del Problema 1.°

$L\,c^2=6,2110204$

$L\cos.FBD(\tan.EBD-\tan.FBD)=8,3398110$

$Comp.\,15,1=8,8210231$

$L\,a=3,7687316$

$7,1405861$, il numero è 13822485; ma

$\frac{1}{4a^2}=8753000$. Dunque la quantità sotto del seg. rad. $=22575485$, il logaritmo è $7,3536371$; la metà è $3,6768185$, il numero è $4751,6334$; ma

$\frac{1}{2a}=2935,63218.$

Dunque $x=1816,00112$,

per la nuova portata di punto in bianco, essendo la linea di mira obliqua all' orizonte. Ma posta sotto gli stessi dati, e nella posizione orizontale del pezzo, è stata trovata di 1812,53831; La differenza è dunque di 3,6334 piedi, cioè la 498ma parte della portata , da non doversene tener conto.

Corrisponde alla graduazione di 2.°,45′ nell' linea di mira , risultante dall' altra di 4.° nella

asse dell' anima , un altezza di 87,13 piedi nel sopraciglio dell' opera , che si vuol battere , dal livello della batteria. Ma noi conosciamo molto , che non vi è opera della Piazza , che tanto si sollevi dal livello delle batterie dell' assediante. Il limite dunque di elevazione , che ha formato la base di quest' ultima applicazione è forse il massimo , ed anche al di là delle combinazioni, che presenta la pratica. Gli errori diverranno sempre più minori al diminuire dell' elevazione del pezzo, e noi saremo molto soddisfatti nell'averne trovato uno così piccolo nella massima.

E se al cannone li corrisponde un numero maggiore di gradi di elevazione nel totale abbassamento della vite di punteria , questo è meno , perchè si trovino degli oggetti più alti di piedi 87,13 , che per permettere al pezzo una regolare elevazione ne' piani sollevati dalla parte della codetta , o bene per tirare contro altezze di simil sorta , ed anche minori , quando le distanze , che le separano dalla batteria sieno molto brevi.

Per osservare la differenza nelle velocità.

Abbia la palla da 24 descritto lo stesso spazio di piedi 1812,53831 , essendo di 1°,15′ il solito angolo di mira.

Per trovare la velocità nella posizione obliqua di 4° sull'orizonte.

Nella formola

$$c=\sqrt{\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.a}{\text{tang}.i}}\,.$$

$Lx=3,2582871$
$Comp.\,a=3,7687316$
$7,0270187,$
il numero è 10641889
$2lx=6,5165742$,
il numero è 3285293.
Dunque $x^2+\frac{x}{a}=13927182$,
il logaritmo è $7,1438632$
$L\,15,1=1,1789769$
$L\,a=6,2312684$
$Com.\cos.FBD(\text{tan}.EBD-\text{tan}.FBD)=1,6601890$
$6,2142975$,
la metà è $3,1071487$,
il numero è $c=1279,8$ pied.

Ma sulla posizione orizontale, la velocità era 1275 piedi; La differenza dunque delle velocità ne' due diversi casi, sarà di piedi 4,8; quantità egualmente disprezzabile, che la differenza trovata negli spazj.

Per rimarcare finalmente la differenza ne' graduatori, o pure negli spazj verticali di abbassamento.

Nell' applicazione al 5.° Problema, si è ottenuto piedi 0,5185, per graduatore nella posizione orizontale. Supponghiamo ora la solita obliquità di 4.° sull' orizonte; sarà

$L\cos.FBD(\text{tang}.EBD-\text{tang}.FBD)=8,4211281$, (come nel problema stesso), il num. è $1,°30',637$. Ora

$$L\cos.FBD=9,9994996$$
$$L\,\text{tang}.FBD=8,6815437$$
$$\overline{8,6810433}$$ il num. è $0,0479781$. Ma del $L...8,4211281$ il numero è $0,0263747$, ed aggiungendo il minutore al residuo, si ha il minuendo. Dunque $0,0479781$
$$\underline{0,0263747}$$
$\cos.FBD\times\text{tang}.EBD=0,0743528$ il log. è $L(\cos.FBD\times\text{tang}.EBD)=8,8712973$; ma $Comp.\cos.FBD=0,0005004$. Dunque $L\,\text{tang}.EBD=8,8717977$; il num. $4°,15',569=4°,15',34''$.

Ma l'angolo della linea di mira sull'orizonte è $2°,45'$.

Dunque il nuovo angolo di mira sarà
$$4°,15',569-2°,45'=1°,30',569.$$

PER TROVARE IL GRADUATORE

$$Lr=2,0751818$$
$$L\,\text{tang}.1°,30',569=8,4207997$$
$\overline{0,4959815}$, il numero è $3,13316$; ma

$p-q=2,617$. Dunque il graduatore $=0,5$[illegible]. Ma il primo graduatore $=0,5185$. Dunque la differenza è $=0,00234^{\circ}$, poco più di [illegible] di punto; quantità, che si perde nell' immaginazione.

Per l' abbassamento poi si prenda in considerazione l' esempio del secondo caso del Problema 3.° Si avrà

$L(\cos.FBD[\tan.EBD-\tan.FBD])=8,0686550$,

$0,0117126$.

Ora $L\cos.FBD=9,9994996$

$L\,\mathrm{tang}.FBD=8,6815437$

$8,6810433$,

il numero è $0,0479781$.

Dunque $0,0117126$ aggiungendo il residuo $0,0479781$ al minutore, si ha il minuendo $0,0596907$, il log. è $L(\cos.FBD\mathrm{tang}.EBD)=9,7759066$

Essendo $L(\cos.FBD\mathrm{tang}.EBD)=8,7759066$, e

$Comp.\cos.FBD=0,0005004$.

Dunque $L\,\mathrm{tang}.EBD=8,7764070$, il numero è $3^{\circ},25',805$.

Ma l' angolo della linea di mira coll' orizonte è $2^{\circ},45'$.

Dunque l' angolo di mira

$=3^{\circ},25',805-2^{\circ},45'=0,40',805$.

$Lr=2,0751818$

$L\,\text{tang}.4^d,805=8,0744392$

$1,1496210$, il num. è

$1,4113054$; ma

$p-q=2,617$. Dunque il graduatore è negativo, ed egu. $-1,2056946$, il log. è

$0,0812372$

$Lx=2,9822712$

$Comp.r=7,9248182$

$0,9883266$, il num. è

$9,73421$ piedi.

Ma lo spazio di abbassamento nella posizione orizontale è stato trovato di $9,8825$. Dunque la differenza è di $0,15129$ di piedi $=1^o,9'$, quantità da potersi difficilmente distinguere ad occhio nudo, alla distanza di 950 piedi.

Gli errori dunque rimarcati nello spazio, nella velocità, nel graduatore, e nell' abbassamento al di sotto dell' oggetto, sono stati di 3, 6334 piedi, di 4,8 piedi, di 0,00234 pollice, e di 0,15129 piedi; cioè la 498^{ma} parte nello spazio, la 266^{ma} nella velocità, la 221^{ma} nel graduatore, e la 900^{ma} nell' abbassamento; parti così piccole delle quantità a cui si rapportano, che possono assolutamente farci profittare dell' inapprezzabile vantaggio, di non riguardare nella Teoria de' tiri, la differenza di livello, fra il punto di projezione, ed il punto colpito.

Checchè ne sia, queste differenze saranno sempre di minor conto degli errori, e degl' imbarazzi, che apporterebbe la Teoria de' tiri, se volessero in essa calcolarsi le differenze di livello, che abbiamo accennato. La pratica poi darà sempre degli errori anche maggiori degli ultimi da noi trovati, malgrado l' esattezza usata nell' eseguirli. La nostra Teoria è dunque di gran lunga superiore ai comuni desiderj, e degna per questo di essere adottata, senza esitare un momento.

Fra le nostre supposizioni, che non facevano caderci in errori sensibili nella Teoria, e ne' risultati della pratica, vi era quella, ch' essendo da trascurarsi per la sua piccolezza l' angolo formato nell' oggetto alle grandi distanze, dalla linea di mira, e dall' altra, che dalla bocca del pezzo si mena ad incontrare quest' ultima nell' oggetto medesimo, locchè non accade nelle piccole distanze, facendosi egli più sensibile al diminuire di queste ultime; ne nasce, che nella prima supposizione, l' angolo di mira, e l' altro formato nella bocca del pezzo, dall' asse dell' anima, e dalla linea tirata dalla bocca all' oggetto, incontrando la linea di mira sull'oggetto medesimo, sono sensibilmente eguali (essendosi di già dimostrata piccolissima la loro differenza), e che nel secondo caso, differendo fra di loro per l' angolo d' incontro all' oggetto, divenuto sensibile da

non poterlo più trascurare, bisogna perciò, che in quest' ultimo caso, non sia più nella formola tang.i, la vera quantità calcolabile; ma bensì la tangente della differenza degli angoli i, ed $\ddot{i}$ (chiamato $\ddot{i}$ l' angolo all' oggetto) per ottenersʼ il valore dell' angolo formato nella bocca del pezzo, dall' asse dell' anima colla linea di mira, che unisce la bocca al punto nell' oggetto, dove termina la linea di mira. Una volta trovato quest' angolo, ossia l' angolo di mira, diminuito dell'angolo all' oggetto (che vale lo stesso) coll' aggiunzione del valore di quest' ultimo all' angolo differenza, espresso da $i-\ddot{i}$, si avrà il vero angolo di mira. La figura 30 rende più sensibile la nostra assertiva, chiamando $AEC=\hat{i}$, ed $ABC=i$.

Per farne un applicazione, richiamiamo alla nostra attenzione l' uso delle formole da noi usate.

$$\text{tang.}i=\text{tang.}(i-\ddot{i})=\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.a}{c^2},$$

per l' angolo di mira, nella supposizione da noi fatta

$$r\text{tang.}i-(p-q),$$

pel graduatore

$$\left(\text{tang.}i-(p-q)\right)\frac{x}{r}$$

per l' abbassamento.

Troviamo nell' applicazione il valore di tang. $(i-\ddot{i})$ nella formola, che sostituito nelle altre due, ci darà nella terza l' altezza richiesta, ch' essen-

do sensibilmente diversa dalla prima nelle piccole distanze, ci costringe in tal caso, di riguardare sempre l' angolo all' oggetto, come l' abbiamo trascurato nelle grandi.

Sia la palla da 24 animata dalla velocità di 1275 piedi, lanciata contro di un oggetto distante 952 piedi.

PRIMA SUPPOSIZIONE.

Riguardo dell' angolo all' oggetto.

$2lx=5,9572738$, il numero è

$x^2=906304$ piedi

$Lx=2,9786369$

$La=3,7687316$

$L\frac{x}{a}=6,7473685$, il numero è

$\frac{x}{a}=5589442$

$x^2+\frac{x}{a}=6495746$, il logaritmo è

$6,8126290$

$L15,1=1,1789769$

$La=6,2312684$

$Comp.c^2=3,7889796$

$8,0118539$, il numero è

$35',40''$.

Ma l' angolo allo scopo (essendo 952 piedi la distanza; $0,535$ piedi il raggio della gioja, e

$90°,35',40''$ l'angolo compreso) è $1',56''$. Dunque l'angolo

$$i=37',36''=35',40''+1',56''$$

Sostituito questo valore nella formola

$$\left(r\text{tang}.i-(p-q)\right)\frac{x}{r},$$

si otterrà

$$\begin{aligned}
L\,r &= 2,0751818\\
L\,\text{tang. di } 37',36'' &= 8,0388942\\
&\overline{0,1140760}\text{, il numero è}\\
&1,30039.\quad\text{Si tolga}\\
p-q &= 2,617\\
&\overline{-1,31661}\text{, il logaritmo è}\\
&\overline{0,1192741}\\
L\,x &= 2,9786369\\
Comp.r &= 7,9248182\\
&\overline{1,0227292}\text{, il numero è}\\
&10,53729\quad\text{di piedi}
\end{aligned}$$

SECONDA SUPPOSIZIONE.

Non riguardando l' angolo allo scopo.

$$\begin{aligned}
L\,r &= 2,0751818\\
L\,\text{tang}.i=35',40'' &= 8,0118539\\
&\overline{0,0870357}\text{, il numero è}\\
&1,2219;\quad\text{ma}\\
p-q &= 2,617\\
&\overline{-1,3951}\text{, il logaritmo è}\\
&\overline{0,1446053}
\end{aligned}$$

$Lx = 2,9786369$
$Comp.r = 7,9248182$
$\overline{1,0480604}$, il numero è
$11,17018$ piedi

La differenza nelle due supposizioni diverse, sarà dunque 0,63289 di piedi $=7°,7'$, quantità molto sensibile per essere trascurata, e da produrre degli errori considerevoli. Non bisognerà dunque mai trascurare di calcolare l' angolo all' oggetto in tutte le distanze, dalle 200 tese in meno.

Ci resta ancora una riflessione a fare, ed è della maggiore importanza, degna di essere riguardata, prima di dar fine alla teoria de' tiri.

Dall' idea, che si è data del punto in bianco, si rileva, che trovandosi esso nella seconda intersezione della curva descritta dal projetto col la linea di mira, accostandosi l' oggetto alla bocca del pezzo, ed entrando per questo nella sfera de' tiri artificiali al di quà, deve mirarsi sotto dell' oggetto per colpirlo; e siccome avvicinandosi alla prima intersezione, l' oggetto, che in essa si trova è egualmente mirato, che colpito, per cui i graduatori negativi giungono di bel nuovo al zero; vi dovrà così essere un punto nel quale l' abbbssamento è il massimo, ed un altro in cui il graduatore negativo è il massimo egualmente. Per trovare la distanza in cui si trova tale punto dalla bocca del pezzo, si ripigli l' equazione

$$\text{tang}.i=\left(x^2+\frac{x}{a}\right)\frac{15,1.x}{c^2}$$

Ma l' espressioue dell' abbassamento è stata trovata

$$=\left[\text{ tang}.i-(p-q)\right]\frac{x}{r}.$$

Sostituendo dunque in tale espressione l' ultimo valore di tang.i, si avrà quest' altra, per quella dell' abbassamento. Locchè vale lo stesso, che facendo per esempio

$$my=\left(x^3+\frac{x^2}{a}\right)\frac{15,1.a}{c^2}-(p-q)\frac{x}{r}$$

$$=(ax^3+x^2)\frac{15,1}{c^2}-(p-q)\frac{x}{r}.$$

ossia

$$\frac{mc^2}{15,1}.y=ax^3+x^2-\frac{c^2}{15,1}(p-q)\frac{x}{r}.$$

Differenziando

$$\frac{mc^2}{15,1}.dy=3ax^2dx+2xdx-\frac{c^2}{r}\left(\frac{p-q}{15,1}\right)dx;$$

ossia facendo $\frac{dy}{dx}=0$, si avrà

$$0=x^2+\frac{2x}{3a}-c^2\left(\frac{p-q}{3.15,1.ar}\right),$$

ed $$x=-\frac{1}{3a}\pm\sqrt{\frac{c^2(p-q)}{3.15,1.ar}+\frac{1}{9a^2}}.$$

Voglia trovarsene il valore in un pezzo da 24, di cui la velocità iniziale della palla sia 1275 piedi. Sarà

$L\,c^2=6,2110204$
$L\,(p-q)=0,4178037$
$L\,a=3,7687316$
Comp. $r=7,9248182$
Comp. $3=9,5228787$
Comp. $15,1=8,8210231$
$6,6662757$, il numero è
4637412 ; ma
Comp. $9=9,0457575$
$La^2=7,5442268$
$6,5899843$, il numero è
3890311. Dunque
$4637412+3890311=8527723$, il logaritmo è
$6,9308331$, la metà è
$3,4654165$, il numero è
$2920,773$. Ma
Comp. $3=9,5228787$
$L\,a=3,7687316$
$3,2916103$, il numero è
$1157,0878$. Dunque
$2920,773-1957,0878=963,6852$ piedi $=160$ tes. $3,6852$ piedi.

Sarà in questa distanza, dove bisogna, che si trovi l'oggetto per colpirlo, con impiegarv' il massimo abbassamento di mira al di sotto dello stesso.

Per trovare il massimo abbassamento, si ripigli l' equazione

$(r \text{ tang}. i-(p-q))\frac{x}{r}$. Trovandosi prima il valore di tang.i nell' altra

$$\text{tang}.i=\left(x^2+\frac{x}{a}\right) \frac{1,15.a}{c^2}.$$

A questo effetto.

$$Lx=2,9839352$$
$$La=3,7687316$$
$\overline{6,7526668}$, il numero è

$\overline{5658050}$; ma

$2lx=2,9678704$, il numero è

928689. Dunque

$x^2+\frac{x}{a}=6586739$, il logaritmo è

$\overline{6,8186704}$; ma

$$L\,15,1=1,1789769$$
$$L\,a=6,2312684$$
$$\text{Comp}.c^2=3,7889796$$
$\overline{8,0178953}$, il numero è

Tang.$i=35',49''$.

Si trasporti ora il valore di tang.i nella formola dell' abbassamento, e si avrà

$$L\,r=2,0751818$$
$$L\,\text{tang}.i=8,0178953$$
$\overline{0,0930771}$, il numero è

$\overline{1,239016}$; ma

$p-q=2,611$. Dunque

$r\,\text{tang}.i-(p-q)=-1,377984$, il logaritmo è

$\overline{0,1392441}$.

$Lx = 2,9839352$

$Comp.r = 7,9248182$

$1,0479975$, il numero è

$11,1685$ piedi

È dunque 11,1685 piedi il massimo abbassamento di mira colla velocità di 1275 piedi nella palla da 24.

Non si è considerato da noi l'angolo all'oggetto, nel ritrovato di questa grandezza; ma non possiamo dispensarci di calcolarlo, secondo ciò, che abbiamo riflettuto, essendo 160 tese, e più la distanza. Calcolandolo otterremo

$Lr = 2,0751818$

L tang.i, di $37', 38'' = 8,0392803$

(essendo $1', 49''$ l' an- $0,1144621$ il numero è
golo allo scopo) $1,3015537$

Si tolga $p - q = 2,617$

$-1,3154463$, che sarà il graduatore negativo, il di cui logaritmo è

$0,1190741$

$Lx = 2,9839352$

$Comp.r = 7,9248182$

$1,0278275$, il numero è

$10,66$ piedi pressocchè.

È dunque 10,66 piedi, il massimo abbassamento di mira, caricato il pezzo da 24 con 8 libre di polvere, della qualità di 100 tese, ed $1^{po}, 3', 9''$, il massimo graduatore negativo, che lo produce.

Apporterebbe l' uso delle nostre formole nelle loro applicazioni alla pratica tutta l' esattezza desiderabile, se si potesse dalla natura delle circostanze, ottenere quel tanto, che mai si ottiene: non sempre la stessa carica produce la stessa velocità; per la sua diversa qualità; per l' alterazione dell' aria nel pezzo; pel diametro più, o meno evasato della lumiera; per la grandezza del vento della palla; per la figura, e peso di quest' ultima; per la difficoltà di rinvenire i suoi centri di gravità, e di figura nel punto stesso; per la maniera di caricare il pezzo; in fine per la diversa resistenza dell' aria. Dunque il punto in bianco naturale del pezzo, che risulta lo stesso dalla costante velocità della palla, e dall' eguaglianza delle circostanze espressate, che accompagnano i tiri, varierà costantemente, e non potrà assegnarsene uno fisso, per un dato pezzo, e con carica determinata, se le suddette circostanze ricevano delle alterazioni. Tali circostanze, calcolate pertanto nel loro giusto valore, hanno tanta poca influenza su gli affari regolari della pratica de' tiri, che possono assolutamente trascurarsi. Abbiamo veduto infatti, quanto poco la teoria, si discostava dalla pratica, ne' tiri di punto in bianco.

Essendosi obligati, per ciò, che si è detto nel principio di questo articolo, di traguardare all' oggetto, per un punto della stessa verticale

superiore al più alto della fascialta di culatta, per ottenersi il punto in bianco artificiale del pezzo al di là del naturale, come di traguardare per un punto inferiore a quest' ultimo, per ottenersi l' altro artificiale al di quà, è venuta naturalmente l' idea di potersi avere nel prolungamento di questa verticale una righetta di metallo, che potesse sollevarsi, ed abbassarsi a piacere, e nella quale fossero marcate delle varie linee, che corrispondessero ai diversi risultati della formola da noi fissata, per tutt' i tiri possibili, da otttenersi da un cannone, puntato al massimo suo grado di elevazione. Questo semplice strumento, ch' è incastrato dietro il rinforzo di culatta ne' pezzi di battaglia, per la facilità, e prontezza del suo uso, e che viene sovrapposto mobilmente sulla fascialta di culatta in quelli di assedio, e difesa, per una maggiore esattezza, si è chiamato graduatore. Le linee, di cui abbiamo segnato lo strumento, non sono, che delle suddivisioni di pollici, in linee, e punti.

Era uno de' dati del problema da noi risoluto sull' affare del graduatore, quello della sua posizione verticale: questo non si ottiene ne' pezzi di battaglia, che in un sol caso, essendo costante l' angolo formato dalla sua direzione, e l' asse del pezzo, e variabile l' altro formato da quest' ultimo colla verticale, per la continua variazione in distanza, e diversità di livello, degli

oggetti a colpirsi. Tali variazioni per tanto non inducendo ad errori, o tali almeno da esser corretti dopo pochi tiri, non sono da compensarsi colla difficoltà, che si rinverrebbe nell' adottare un graduatore portatile pei pezzi di battaglia, che richiederebbe un pendolo per la sua posizione verticale; della molta pena per farcela acquistare, che il nemico spesso non permette, che si osservi; la facilità in fine di perdersi quasi in tutte le azioni. Non è poi tanto necessaria quest'estrema esattezza ne' tiri de' pezzi di battaglia, non dovendosi colpire con essi, che dei gran corpi in moto, che cambiano a momenti di posizione, e che spesso lasciano quel punto, che con tanta pena si voleva sottoporre alla mira del graduatore mobile. I pezzi di assedio, e di difesa al contrario, che la necessità di colpire a punti determinati, precise nel rinbalzo; che la stabilità de' corpi a colpirsi, ed il tempo assegnato all' esecuzione de' tiri, rende suscettibili del graduatore mobile, non si sono privati dei vantaggi, ch' esso apportava nella pratica, dimostrati di nessun peso ne' pezzi di battaglia.

Tutte le memorie, che hanno abbozzate delle idee sugli usi del graduatore, il più bel prodotto delle scoverte della nuova artiglieria, e tutte le tavole, che Lombard ha costruite per fissare la teoria de' tiri nella pratica, non hanno dato, che un metodo bene inesatto pei tiri arti-

ficiali più prossimi del punto in bianco naturale del pezzo. Questo come si è osservato si riduce a determinare gli abbassamenti del punto più alto della gioja, sotto la linea, che passa per quello della fascialta di culatta, e l' oggetto, ossia quanto più sotto dell' oggetto deve dirigersi la linea di mira naturale del pezzo. Siffatta determinazione, conducendo direttamente all' altra della porzione verticale della fascialta di culatta, segata dalla linea proveniente dall' oggetto pel punto più sollevato della gioja, ci ha fatto conoscere, che se potesse perciarsi un foro, secondo questa marcata direzione, lungo tutt'i rinforzi dell'anima, l'oggetto sarebbe stato in tal caso egualmente mirato, che colpito, ottenendosi lo stesso con sovrapporre nella parte più sollevata della gioja, una righetta simile al graduatore, che incontrasse sempre nel suo prolungamento superiore, la linea, che unisce l' oggetto al punto più alto della fascialta suddetta; ma siccome il primo mezzo è chimerico, ed il secondo impraticabile, noi ne abbiamo giustamente trovato il ripiego nell'innalzamento della fascialta di culatta al di sopra della linea, che pel punto determinato si mena all'oggetto, di quanto è la grandezza, che andiamo a trovare.

Noi proporremo dunque di formare delle tavole su gl'innalzamenti di culatta per mezzo della vite di punteria, nascenti dalla conoscenza degli

abbassamenti di mira precedentemente trovati, e ciò per facilitare il giudizio della punteria, che rimaneva sempre inesatto, dovendosi stimare le altezze inaccessibili ad occhio nudo. Or siccome la conoscenza del graduatore negativo, ci ha condotto a quella dell' abbassamento di mira, così quest' ultima ci menerà insensibilmente al ritrovato dell' innalzamento corrispondente nella vite di punteria.

Sia in effetto ab (*Fig. 31.*) la linea superiore del cannone, diretta orizontalmente all' oggetto, che si trova al di quà del punto in bianco naturale; dG l'asse dell'anima, prolungato in P; bG il raggio della gioja; da l'altro della culatta. Si tiri pel centro E dell' orecchione (attorno a cui succede il giro nelle obliquità del pezzo), la Ec parallela ad ab, che prolungata deve incontrare la verticale Pq per l' oggetto in r, al di sotto di O, della quantità $Or=Ex$ già conosciuta. Passando dunque il cannone dalla posizione attuale in un' altra in modo, che la ab prolungata vadi comunque in m, in cui Om è l' abbassamento di mira, la cE prolungata anderà al di sotto di m, per la solita quantità, che ne distava prima. Dunque la linea cE prolungata anderà in q, marcando in tal punto la rq, l' abbassamento di mira. Ma girando il cannone attorno ad E, l' innalzamento del punto c dalla sua prima posizione, indica quello della culatta;

se dunque si trov'il quarto termine *co* della proporzione , dopo la distanza da E all' oggetto , (misura presa sul prolungamento cE), all'abbassamento di mira rq nell' oggetto , ed a cE , si avrà in questo, l' innalzamento della vite di punteria , che diviso per la dimensione di un pane della vite stessa, darà il numero de'giri , e parte di giri , che marcat' in una tavola accanto ai corrispondenti abbassamenti di mira trovati nella formola , faciliteranno l' uso della punteria (34).

Ora Er è lo spazio $=GZ+Ey$, e cE la distanza dal centro dell' orecchione , dal di sotto della fascialta di culatta. Chiamando $cE=m$, $Ey=n$; sarà

$$co=(\ r\ \text{tang}.i-(p-q)\ )\ \frac{x}{r}\cdot\frac{m}{n+x}.$$

Per farne un applicazione, si prenda il cannone da 24 , sparato con 1275 piedi di velocità , alla distanza di 160 tese 3 piedi =963 piedi

---

(34) Si è creduto regolare di sostituire alcune linee a certe altre, e ciò , perchè non si cadeva in errori sensibili nella pratica , e si risparmiava molta pena nel calcolare, essendo qualche linea al più la loro differenza : di tale natura sono le linee co , Ex , rq , Ey.

$L[\ r \tan g. i-(p-q)\ ]\frac{x}{r}=1,0278275$

Lm di $4,373$ piedi$=0,6407795$.

$Com.(n+x)$ di $968,226$ piedi$=7,0140233$.

$L\,co=8,6826303$, il num. è

$co=0,048$pi.$=6',10''$(35).

Se dunque il pane della vite di punteria ha 18 punti di doppiezza, dovrà compire la vite $4\frac{1}{2}$ giri, per colpirsi all' oggetto nella posizione indicata di punto in bianco.

Con questo metodo, le determinazioni dei punti in bianco artificiali, per gli oggetti più prossimi all' arme del suo naturale, saranno egualmente con esattezza, e semplicità fissati, che gli altri più lontani: l' occhio dell' uffiziale,

(35) Non è da meravigliarsi vedendo la vite di punteria più lunga di molto di $6',10''$, risultato della nostra determinazione, che dovrebbe pertanto essere il massimo, secondo la legge, che l' abbiamo assegnata. Se il piano della spianata è orizontale, e l' oggetto a colpirsi di un livello inferiore a quest' ultimo, dovendosi la bocca del cannone abbassare non solo, per corrispondere alla verticale di abbassamento al di sotto dell' oggetto, ma altresì di quanto importa la differenza di livello fra l' oggetto ed il cannone, la vite di punteria dovendo soddisfare a questi due abbassamenti, dev' essere più lunga, e la sua lunghezza è generalmente fissata dalla massima obliquità del cannone, al di sotto dell' orizonte, stabilita sulla resistenza dell' affusto nel rinculo del pezzo: una lunghezza maggiore sarebbe superflua, come una minore nociva.

ed anche dell'artigliere non sarà più ingannato dalle difficoltà di stimare le altezze inaccessibili, riducendosi tutta l'arte della punteria alla sola determinazione della distanza dell' oggetto a colpirsi. I risultati essendo meno complicati, saranno più esatti, e daranno meno canso agli errori prodotti dalla moltiplicità de' giudizj da farsi nel tempo stesso.

Bisogna, che un uffiziale di artiglieria abbia marciato varj campi, per sapere apprezzare le distanze sotto tutti gli aspetti in cui le presenta il terreno: l'occhio non giudicherà mai essere eguali quattro distanze di terreni, diversamente figurati, e complicati in accidenti; se vi fosse cioè nella prima intercetto un vallone, nella seconda un bosco, nella terza delle colline, ed un piano raso nella quarta. La fisica dà lo sviluppo di questa cagione.

Spesso l'occhio è ingannato, o bene la pratica non è ancora giunta nell' uffiziale al punto, che si richiede; il graduatore può in tal caso ajutarlo egualmente, che la conoscenza del tempo in secondi, intercetto fra il lampo, ed il tuono di un colpo di cannone, tirato dalla batteria nemica, di cui si vuole sapere la distanza. Consiste il primo metodo nella sola conoscenza dell' altezza verticale del parapetto della batteria, che è quasi sempre costante, e conosciuta. Dirigendo la linea di mira naturale del pezzo al punto su-

periore dell' altezza data , sollevando quind' il graduatore, e restando fisso il cannone, in modo, che si possa per questa nuova direzione artificiale, guardare al piede dell' altezza suddetta, si avrà nel quarto proporzionale in ordine all' altezza del graduatore, all' altra dell' oggetto, ed alla lunghezza superiore del cannone, la distanza richiesta.

Questo metodo è esattissimo, quando si faccia uso de' graduatori mobili, facendoli sempre acquistare la posizione verticale, nascendo così, e non altrimenti la simiglianza de' triangoli, sulla quale è poggiata la nostra ricerca, ed è molto approssimante alla vera ne' cannoni di battaglia, essendo poco discosta dalla verticale, la posizione del loro graduatore, quando precisamente si guarda ad un oggetto più alto del livello della batteria dove si è.

Si deduce il secondo metodo della conoscenza del tempo impiegato dal rumore, come si è accennato. Le sperienze hanno fissato, che il tuono nella mezzana temperatura dell' atmosfera, senza vento, che ne altera il corso, descrive 173 tese a secondo. Si avrà così nel numero de' secondi decorsi dalla marca della fiamma della lumiera del cannone nemico moltiplicato per 173 tese, la distanza richiesta, correndo la luce con una velocità infinita, venendoci dal sole in *8'*, *30''*.

Si rileva da ciò, che si è detto sinora, che la necessità di semplificare la pratica de' tiri al di là del punto in bianco naturale, ha scoverto il graduatore; l' altra di facilitarne i più prossimi ha fatto concepirci l'uso della vite di punteria; ed il volerne ritrarre del profitto con celerità da entrambe le invenzioni, ha fatto calcolare delle tavole sulle varie altezze, conseguentemente alle diverse distanze degli oggetti, ed alle varie velocità de' projetti, nate dalla diversità nella qualità della carica, o nella sua quantità, marcata la prima dalla portata del globo del provetto. Riducendos' insomma tutto al giudizio delle distanze, di cui abbiamo dato de' metodi per fissarle, la teoria de' tiri, tanto complicata nel suo principio, sarà così alla portata dell' artigliere il meno istruito.

DELLE VARIE SPECIE DE' TIRI, E PARTICOLARMENTE DI QUEI D'INFILATA, E DI RIMBALZO.

Si conoscono due specie di tiri, a piena carica cioè, e d' infilata; distinguendosi la prima specie anche in tiri di volata, e di breccia, prendendendo particolarmente poi la seconda specie, in alcune circostanze, il nome di rimbalzo.

Si chiamano a piena carica generalmente tutti quei tiri, ne' quali la palla ha la massima.

velocità in uso, per gli effetti, che deve produrre; e di rimbalzo tutti gli altri, che con una velocità minore, combinata con una data elevazione dell'arme, la palla saltando più volte, rovescia tutto ciò, che incontra nel suo cammino.

Tutt' i tiri delle batterie nella prima, e seconda parallela sono di volata, essendo il loro oggetto di rovinare le difese con romperne le parti superiori de' parapetti, e la gote delle cannoniere, per facilitare la riuscita del rimbalzo, che viene anche stabilito in tali parallele, dopo l' effetto delle prime batterie. La denominazione di tiro di volata, è dovuta senz' altro alla distanza maggiore di punto in bianco naturale dell' arme, da quella dove si trovano gli oggetti a colpirsi, come quella del rimbalzo è nata dal moto particolare della palla nel suo cammino. I tiri in fine delle batterie stabilite sul ciglio dello spalto, e sulla strada coverta (astrazione fatta dalle contro batterie), si dicono di breccia, e la loro denominazione, risulta dall' effetto, che producono.

L' oggetto delle batterie a piena carica, è quello di rompere il sopraciglio del parapetto, di allargare le gote delle cannoniere, di smontare i pezzi di fronte, di smuovere in fine il rivestimento di fabbrica. Per produrre tali effetti è necessario, che la palla arrivi all'oggetto con molta velocità residua, e che la sua iniziale sia mol-

to grande in conseguenza. Le sperienze di tutte le scuole hanno provato, che per disimpegnare quest' oggetto, bastava, che i projetti da 24, e 16, avessero rispettivamente le velocità di 1400 in 1450 piedi, essendo alla distanza di 250 in 300 tese; e di 1300 in 1400 piedi, essendone a 150 in 200 tese.

Il metodo di aprire la breccia è molto conosciuto: bisogna, che le batterie destinate a tale oggetto, cerchino di tagliare con molta forza il rivestimento, in direzioni orizontali, e verticali, che racchiudano lo spazio da aprirsi. Si dirà ciò, incominciare la breccia: si dovrà il suo compimento allo scuotimento della materia già divisa dalla sua vicina, colla prima operazione, locchè si ottiene assegnando poca velocità ai projetti, per impedire, ch'essi s'infossino, essendo lo scuotimento, lo scopo della seconda operazione. La sperienza ha deciso per la velocità in tali sorte di tiri, che le palle da 24, e 16 potessero bene adempire il prim'oggetto, con 1400 in 1600 piedi di velocità, e con soli 1000 in 1200, il secondo.

Resta a trattarsi de' tiri a rimbalzo. Questa maniera di usare de' fuochi nell' assedio delle piazze per rovinare francamente le difese, e che si è posteriormente adottata nella guerra di campagna, si deve al maresciallo di Vauban, che l' usò per la prima volta con successo all' asse-

dio di Ath nel 1697. Il primo però a conoscerla fu Tommaso Morety, Ingegnere Veneziano, che ne parla nel suo trattato di artiglieria, dato alla luce nel 1697.

Niente di più facile, che l'immaginare la difficoltà di rovinare le difese di fronte; la doppiezza del parapetto assorbirà i colpi, ed i cannoni, a meno, che un fortunato azzardo, non indirizzi le palle nemiche nel vano delle loro cannoniere, non saranno mai smontati. E pure con ciò, un sol cannone, dopo molti stenti sarà fuori di servizio, e la gente, che lo serve difficilmente colpita. Di tale maniera, i rampari più alti del livello delle batterie, da cui sono battuti, o riceveranno i colpi nel modo espressato, infruttuosamente; o passando questi al di là del sopraciglio de' loro parapetti, superando la larghezza de'rampari, anderanno nell' interno dell' opera, senza produrvi effetto. Si potrebbe in tal caso ottenere qualche rovina dalla sola caduta de' projetti; ma in sì piccola larghezza, o ciò diviene molto difficile, o da praticarsi coi mortari: metodo lentissimo, e ridicolo.

È necessario, che le difese sieno rovinate, ed i fuochi della piazza smontati, per avanzare gli approcci, con sicurezza, e stabilire gli alloggiamenti più prossimi. Quei tiri dunque, che prenderanno d'infilata qualunque faccia, fianco, o cortina, e che pel metodo col quale sono di-

retti, saltando più volte, incontrano nel loro corso gli affusti, le macchine, e gli uomini, che le maneggiano, saranno i soli, da' quali dovrà attendersi la proposta rovina.

Si ha dalla meccanica, che uno stess'oggetto può egualmente colpirsi con due diversi angoli di projezione, che serbino in eccesso, ed in difetto eguali differenze al semiretto. Il maggiore è sempre più vantaggioso, quando si tratta di sfondare gli edificj militari coll'effetto della caduta, ed il minore quando si vogliano rovesciare gli ostacoli, e che il projetto dopo il suo primo incontro col bersaglio, possa per la combinazione della velocità residua, del suo angolo di percossa, e della posizione del piano, che incontra, saltare ancora per incontrarne degli altri, senza arrestarsi nel suo cammino, e così proseguire i suoi vantaggi. Noi vedremo con piacere nel proseguimento di questo esame, come possano siffatti tiri egualmente ottenersi sulla terra, e sull' acqua, facendosi uso generalmente in questi ultimi tiri, come talvolta ne' primi, delle palle infuocate per accendere le materie combustibili, che sono ne' magazzini delle piazze, le polveri, riposte nelle polveriere, e brugiare i vascelli, contro de' quali le diriggono le batterie di costa. Il primo, che usò delle palle infuocate fu (secondo pretende il Maresciallo di Feuquières). l'Elettore di Brandebourg all'essedio di Stralsund

in Pomerania nel 1675. Si conosceva intanto dagli antichi il metodo di gettare delle grosse masse infuocate, lanciate dalle macchine da getto. Non s' ignora, leggendo il rapporto dell' Istorico Nicetas, l' uso, che ne fecero gli abitanti di Anabarza assediati da' Romani.

Ma prima di applicare la Teoria del rimbalzo, tanto agli affari di terra, che a quei di mare, è più che a proposito di assegnare le leggi che ne fissano i suoi effetti.

Essendo il rimbalzo quel moto che forza un corpo a saltare, dopo di avere incontrato un ostacolo, per incominciare un moto simile al primo, noi dimostreremo, che le principali cagioni, che lo rendono più o meno efficace, sono: la forza maggiore, o minore di projezione; il minore, o maggiore angolo d' incidenza; la maggiore, o minore elasticità, come la minore, o maggiore mollezza del corpo, e del piano, che incontra.

Sottoporremo all' esame i varj casi proposti, dalla spiega, e combinazione de' quali, rileveremo delle verità importanti, che molto decideranno sulle nostre operazioni.

Il corpo incontri il piano, secondo la direzione mC (*Fig.* 32): la forza dell' urto è obliqua, e risoluta nelle due mp, pC, di queste la sola mp vorrebbe farlo tornare nella direzione CQ, mentre che la pC l' obbliga a radere il

piano. Se dunque il corpo , ed il piano abbiano dell' elasticità , il corpo animato da tali forze , rimbalzerà nel punto C , e seguirà a fare lo stesso in altri punti, finchè la sua velocità verticale non sia interamente estinta. E siccome quanto è minore l' angolo mCp , tanto maggiore è il rapporto di pC , pm , sarà dunque il rimbalzo non solo più esteso , e quindi più distruttore , ma perdendosi altresì una minore porzione di forza, per la minore resistenza del piano , al diminuire di mp , il rimbalzo durerà più a lungo la sua azione , ed i suoi effetti ne saranno maggiori , avendo una forza più grande ne' varj punti del suo corso , rispetto al primo.

Da ciò , che si è detto risulta , che crescendo la forza di percossa, e quindi crescendo mC, che la rappresenta , cresceranno sotto lo stesso angolo mCp, le due componenti mp, pC; dunque il rimbalzo sarà di maggiore durata, ma non tanto distruttore , passando più facilmente per sopra gli oggetti , che deve infilare, divenendo mp molto grande.

Che si diano al corpo, ed al piano de' gradi di elasticità; dalla compressione, e restituzione reciproca delle parti del corpo , e del piano, si accrescerà la forza componente CQ , per cui diminuendo l'angolo d'incidenza mCp, e rendendosi per questo, sotto la stessa velocità, maggiore l' altra componente pC , potrà il corpo solle-

varsi a quel segno, che bisogna, e dovrà egli alle circostanze di entrambe le elasticità, la sua maggiore riuscita.

Che siano perfettamente duri il corpo, ed il piano; il corpo allora non farà, che radere il piano, per la componente pC; ma se (come accade sempre negli affari della guerra) il corpo urtato non sia perfettamente duro, permettendo allora degl' infossamenti, sarà nel caso della figura 32, dove producendosi lateralmente un risalto pC; essendo la direzione di tale risalto obliqua al piano, ed essendo la direzione della forza mC obliqua alla direzione del risalto suddetto, e quindi capace di essere risoluta nelle due pC, QC, il corpo correrà lungo la CE, descrivendo una nuova curva Cr. Alcuni gradi di mollezza dunque, o nel corpo, o nel piano, producono anche degli effetti ne' risultati del rimbalzo.

Se infine il piano sia molle, giunto allora il corpo in C, egli s'infosserà, e la sua velocità verticale QC sarà più facilmente estinta, ossia egli s' infosserà meno, in ragione della minore mollezza del piano, e della piccolezza di QC, la quale sotto la stessa velocità di percossa diminuirà, diminuendo l'angolo d' incidenza. La velocità orizontale pC persiste tuttora, e fa camminare il corpo in avanti, togliendo gli ostacoli, che incontra: egli solcherà dunque il terreno, e se avviene, che la sua velocità vertica-

le sia interamente estinta, prima che il suo diametro verticale sia interamente immerso, seguendo egli allora il suo cammino per pC, ed incontrando dal terreno, nella sua parte d'avanti, un ostacolo obliquo alla direzione del suo cammino, nè essendo più animato da altra forza, decomponendo la sua contro di tale ostacolo, uscirà dallo stesso con una delle sue componenti; descriverà una curva diagonale delle forze, e rimbalzerà senz' altro. Noi faremo vedere, come l' abozzo di questa idea, convenendo perfettamente ai tiri nell' acqua, ed a quei sulla sabia, si possa in entramb' i casi ottenere il rimbalzo.

L' attrito del piano contribuisce ancora alla facilità del rimbalzo, perchè producendo nel corpo un moto di rotazione, lo mette più facilmente in istato da sormontare gli ostacoli.

Abbiamo intanto molto bene conosciuto da ciò, che si è detto, che per la felice riuscita del rimbalzo si richiede non solo la qualità dell' elasticità nel corpo, e nel piano, o la mollezza in alcuno di essi, ma che dalla combinazione della velocità, e della piccolezza dell' angolo d' incidenza, si deve attenderne tutto il segreto.

Queste leggi sono generali, ma non diverranno mai interessanti per noi, se non sieno adattate alla teoria de' tiri, sotto le condizioni a cui abbiamo sottoposta quest' ultima. Si è sempre detto, che bisogna tirare di punto in bianco, che

bisogna cioè guardare, dove si vuol colpire. Resta dunque tuttora a sapersi nella pratica de'rimbalzi sulle fortificazioni, il rapporto della velocità alla distanza, ed alla differenza di livello della batteria, dai cannoni, che le tirano contro. Di qual maniera dovrà dunque giungere la palla sul sopraciglio del parapetto? Dovrà la direzione della tangente alla curva descritta dal projetto, essere in tal punto parallela all' orizonte, o bene obliqua? E nell' esserli obliqua, dovrà convergere verso il piano del ramparo o divergerne? Questa quistione, che sembra in apparenza difficile a risolversi, non è per noi, che della maggiore semplicità.

Nel riguardare l' oggetto dell' infilata, scorgeremo, che tutto ciò, ch' esiste sul ramparo di un opera, e che ha sempre sul piano dello stesso, un altezza minore di quella del sopraciglio del suo parapetto, merita per essere colpito, che la palla in ciascun punto del suo corso, dopo il suo primo incontro col sopraciglio del parapetto laterale, si trovi di un livello inferiore all' antecedente. Dovrà dunque la palla trovarsi nel primo incontro col sopraciglio suddetto, nel ramo discendente della sua traettoria.

Quanto è minore la curvatura della curva, tanto è maggiore l' effetto dell' infilata; ma per succedere questo è necessario, che la velocità della palla sia molto grande in tal punto; e che

sia quindi altrettanto più grande la sua iniziale. Ma la distanza da cui partono i tiri a rimbalzo, essendo rare volte maggiore di 300 tese, spazio, ch' è fra i limiti del punto in bianco naturale del pezzo da 24, fa, che se il livello del sopraciglio è considerabilmente superiore a quello della batteria, la palla si trovi ancora nel ramo ascendente del suo corso, nel momento, che lo tocca, ed in istato così da non più incontrare gli ostacoli, che ad una grandissima distanza, e senza effetto, e forse ancora di non incontrare affatto il ramparo dell' opera, che si vuole infilare. Dunque la velocità della palla deve avere i suoi limiti, oltre de' quali svanirà il suo effetto: non si otterrà più quell' allungamento nella curva, dal quale ci eravamo proposti de' grandi vantaggi, ed il projetto trovandosi nel ramo discendente della curva, ed incontrando per questo il piano del ramparo ad una giusta distanza, per saltare di nuovo, il tiro prenderà piuttosto il nome di rimbalzo, che d' infilata.

Il punto sarà dunque di trovare, quali debbono essere i limiti della velocità della palla, per adempire l' oggetto, che ci siamo proposti.

Potremmo in questa determinazione fare uso delle formole fissate nella teoria de' tiri, se la curva descritta dal projetto, potesse al solito confondersi colla linea retta; ma la piccola velocità della palla, e la sensibile declinazione del

suo corso toccando il sopraciglio, per incontrare posteriormente il piano del ramparo, almeno da 13, in 27 tese, dandoli la più sensibile curvatura, fa, che non potendosi usare delle accennate formole in tutta la loro estensione, si debbano praticare altri mezzi misti di teoria, e di pratica nel tempo stesso.

Determineremo prima il tempo, che impiega il projetto nel descrivere le 300 tese con 900 piedi di velocità iniziale, per potere reciprocamente determinare la velocità, assegnato il tempo suddetto.

La formola

$$t=\frac{b^{ax}-1}{ac}\text{ , dà } ax=\frac{16200}{52841,37..}$$

$$L\,16200=4,2095150$$

$$Comp.52841,37=5,2770259$$

$$9,4865409$$

$$Comp.2,3025851=9,6377844$$

$$9,1243253\text{, il numero è}$$

$$L\,b^{ax}=0,1331451\text{ , il numero è}$$

$$b^{ax}=1,3589572\text{ , si tolga l'unità}$$

$$b^{ax}-1=0,3587572\text{, il logaritmo è}$$

$$L(b^{ax}-1)=9,5548127$$

$$Comp.a=3,7687316$$

$$Comp.c=7,0257575$$

$$L\,t=0,3493018$$

Sia il sopraciglio *C* (*Fig.* 33) del parapetto *CD* elevato di 32 piedi sull'orizzonte *AM* per

la bocca del pezzo. Avendo il projetto impiegato per giungere al punto superiore del parapetto, un tempo, il di cui logaritmo è $0,3493018$; si troverà l'altezza, dalla quale sarebbe verticalmente caduto nel tempo stesso, facendo

$$2Lt=0,6986036$$
$$L\,15,1=1,1789769$$
$$\overline{1,8775805}\,,$$ il numero è $75,43$ piedi, per l'altezza verticale di caduta. Elevando dunque dal punto superiore del parapetto una verticale CN eguale a $75,43$ piedi, e congiunto il suo punto estremo N colla bocca A del cannone, questa nuova linea AN marcherà la direzione della palla all'uscire dal pezzo.

Si congiunga la linea AC fra la bocca, ed il punto superiore del parapetto. Si supponga tirata una verticale GF, incontrando la tangente per un punto della curva, distante dal sopraciglio, ed anteriore allo stesso per 10 tese. Essendo la verticale pel sopraciglio, all'altra tirata a 10 tese distante $=300:290$ tese, ossia $32+75,43:x=300:290$; sarà x, ossia la seconda verticale di $103,8$ piedi. Ora il tempo impiegato nel descrivere le 290 tese, colla stessa velocità di 900 piedi, ha per logaritmo, $0,3322017$, e quindi la verticale di caduta nel tempo stesso è $=69,72$ piedi; ma l'altezza corrispondente a tale punto è stata trovata di $103,8$ piedi; dunque il residuo cioè $103,8-69,72=34,08$, sarà l'altezza dal li-

vello della batteria; ma l' altezza del sopraciglio del parapetto è 32 piedi; dunque il punto della curva si trova più alto del sopraciglio suddetto di 2,08 piedi, alla distanza di 10 tese. Dunque la curva è nel suo ramo discendente, incontrando il sopraciglio suddetto.

Vediamo ora in qual punto incontrerà il piano del ramparo per fare il primo salto. Siccome la curva non è di una curvatura molto sensibile dal sopraciglio al ramparo, ma non è neppure una retta; così il punto, che noi supporremo per base del nostro calcolo, sarà ad una distanza minore di tese 32, piedi 4 dalla verticale pel sopraciglio, distanza, che li corrisponderebbe, se il suo cammino fosse rettilineo, supponendo il parapetto di 6,81 piedi di altezza, ch' è il regolare.

Supponghiamo dunque, che a 27 tese al di là si elevi un altra verticale *ML*, incontrando la solita tangente alla curva di projezione. Si determin' il tempo, che impiegherebbe il projetto nel correre le 327 tese, e questo si trova avere per logaritmo 0,3921843; si aggiunga al solito, al suo doppio, il logaritmo dello spazio 15,1, ch' è 1,1789769, ed il numero del logaritmo 1,9633455, essendo 91,9, sottratto da 117,09, ch' è la verticale per tale punto distante 327 tese, darà nel residuo 25,19, l' altezza del piano del ramparo dall' orizzontale per la bocca del pez-

zo, altezza, che tolta da 32 piedi, che marca quella del sopraciglio dallo stesso livello, dà 6,81 piedi per l'altezza del parapetto, quasi eguale all'ordinaria. Dunque l'incontro è a 27 tese.

Si assegnino successivamente alla stessa distanza di 300 tese, le velocità di 850, 800, 750, 700 piedi, e si osservino tutte le distanze nelle quali la palla tocca il ramparo; e siccome allorchè la palla l'incontra a 13 tese (36), la sua velocità è di 700 piedi, ed il suo angolo d'incidenza sul terrapieno essendo molto grande, i rimbalzi non si ottengono così facilmente, come succedendo tale incontro ad una distanza maggiore di 27 tese, quasi la metà della faccia di un bastione resta illesa; così i risultati delle rovine sono di poco rilievo in entramb'i casi. Saranno dunque stabiliti fra le 14, e 27 tese i limiti d'incontro della palla sul ramparo, e fra li 900, e 700 piedi quelli delle rispettive velocità. Allorchè dunque le velocità diminuite, o aumentate, portino dei risultati, che vadino al di là de' limiti da noi fissati, l'operazione dovrà arrestarsi; ma alla distanza di 300 tese, essendo 32 piedi l'altezza del sopraciglio del parapetto dal livello della campagna, queste velocità, so-

(36) L'altezza del parapetto risulta di piedi 6, 9, maggiore della ritrovata di 0,09 piedi, trascurabile.

no di 900 piedi per la massima, e di 700 per la minima. Dunque la prima colonna della tavola de' rimbalzi, sarà fissata, e tutte le altre lo saranno egualmente collo stesso metodo.

Si passi posteriormente l' applicazione alle distanze di 250, 200, 150, 100 tese, e per ciascuna di queste si trovino i limiti delle velocità, come si sono trovati fra 900, e 700 piedi i limiti di quella di 300 tese.

Di tali risultati ne abbiamo formata una tavola pei pezzi da 24, e 16, nella quale si osservano facilmente le velocità, che meglio convenga assegnarli, per ottenersene a seconda delle circostanze, i migliori effetti ne' loro rimbalzi, ciò, che faciliterà molto le operazioni dell' assedio.

TAVOLA

Che dimostrando i limiti ne' quali le palle da 24, e 16 debbono incontrare il ramparo di un opera di fortificazione, che si prende d'infilata, dimostra i limiti delle velocità da usarsi per riuscirvi alle varie distanze delle batterie all'oggetto.

Calibri.	Distanze delle batt.	Limiti di velocità	Limiti d'incontro	Calibri.	Distanze delle batt.	Limiti di velocità	Limiti d'incontro
	Tese	*Piedi*	*Tese*		*Tese*	*Piedi*	*Tese*
24	300	900	27	16	300	953,9	27
		700	13			750	13
	250	773,5	27		250	781,1	27
		570,8	13			612	13
	200	614	27		200	617,3	27
		448,6	13			480,4	13
	150	464,7	27		150	462,8	27
		334,2	13			353,6	13
	100	314,7	27		100	315,2	27
		219,5	13			233,8	13

Dando un occhiata alla tavola, che abbiamo calcolata, e non lasciando di mira ciò, che si è detto, osserveremo, che per ottenersi rimbalzo, saltando la palla il sopraciglio del parapetto, non dovrà incontrare il piano del ramparo a minore distanza di 13 tese. In questo spazio però vi si trovano de' cannoni, che non sarebbero mai smontati, se l'arte non situasse una batteria nel

prolungamento opposto. Gli effetti di tali batterie saranno vicendevoli: quei cannoni, che sarebbero illesi dagli effetti dell' una, saranno sottoposti a quei dell'altra, e reciprocamente. Non essendovi dunque cannone, che non possa così non essere smontato, la resa delle piazze, divenne più pronta, da che l' invenzione del rimbalzo fu applicata agli affari dell' assedio.

Si è supposto il sopraciglio del parapetto 32 piedi sollevato dal livello della batteria da cui si tira: se lo fosse di più, o di meno, il principio fissato è sempre certo: bisogna però avvertire, che diminuendosi la distanza della batteria, deve diminuirsi altresì nel primo caso la velocità della palla; si rischierebbe al contrario di vedere quest' ultima ancora nel ramo ascendente del suo corso, incontrando il sopraciglio del parapetto, divenendo più grande l'angolo della linea del tiro coll'orizonte, locchè abbiamo veduto opporsi altamente ai principj, che fissano gli effetti del rimbalzo.

Una batteria destinata a battere d' infilata qualunque faccia, fianco, o cortina, deve avere i suoi cannoni dispost' in modo, che il primo si trovi nel prolungamento della scarpa interna del parapetto nel suo primo incontro colla banchina del ramparo, che si vuole infilare; il secondo parallelo al primo; il terzo inclinato con divergenza alla direzione de' primi, in modo però,

che il centro esterno della sua cannoniera, sia distante da quello della seconda di 17 piedi 8 pollici 9 linee; ed il quarto; che serbi esteriormente al centro della terza la stessa distanza: la batteria si suppone a 200 tese, e 18 piedi la larghezza del suo parapetto. I primi cannoni infileranno così la faccia, e gli altri non potendola perfettamente infilare, la prenderanno di mezzo rovescio.

Si è già parlato delle cariche dovute ai varj casi della guerra, sia per battere in breccia, sia d'infilata, sia a piena carica. Non resta più che esaminare ciò, che su tale oggetto riguarda le batterie destinate alla difesa delle piazze. Il cannone delle piazze non ha, che deboli ostacoli a superare, tanto per la tenue spessezza de' parapetti dell'assediante, che per la poca tenacità delle terre, divenuta così dalla circostanza dello scavo. È dunque sufficiente, che si assegni al projetto una velocità di 1000 in 1200 piedi.

Quantunque secondo questo principio, non dovrebbe mai tirarsi nelle batterie di piazza, col terzo del peso della palla, per ottenersi le velocità assegnate, vi sono pure delle circostanze, nelle quali bisogna usarne, cioè dall'apertura della trincea alla seconda parallela: ve ne sono degli altri, in cui basta, che 'l projetto arrivi con una velocità mediocre, per fare della

stragge, come su di una truppa; si cerca allora, ch' egli arrivi all' oggetto, e niente di più.

I principj esposti suppongono della diversità nelle cariche, tanto negli attacchi, che nelle difese. Alcuni artiglieri poggiandosi fortemente sull' imbarazzo delle munizioni, vorrebbero proscriverne l' uso; ma questa opinione è priva di fondamento. Non saranno mai da riguardarsi i pochi incomodi, che reca la pratica della nostra opinione per l' adempimento dell' oggetto, paragonati al risparmio delle munizioni, oggetto del massimo riguardo in una piazza assediata. E poi ciò non succede, che di rado; al variare cioè dell' idea in grande, o della posizione delle batterie, secondo i varj destini, che hanno nel progresso dell' attacco. Questo principio una volta ammesso, la diversità delle cariche nel senso da noi prefisso è stabilita, come lo è di già la conoscenza della forza, che una data carica imprime ad una palla di dato calibro; l' altra, che li resta ne' varj punti del suo corso, e la natura dell' ostacolo, che deve superare.

Di tutt' i problemi, che potrebbero proporsi sulla teoria de' tiri, n' è stata già da noi data la soluzione anche in dettaglio nel corso di questo trattato. Per facilitare poi l' uso della pratica de' tiri, si sono costruite delle tavole, il di cui oggetto è di subito rinvenire tutt' i risultati possibili, senza sottoporre i dati del problema ad

un penossissimo calcolo. Queste tavole costruite da Lombard, per l'artiglieria francese, non sono applicabili a nessun altra costruzione. Che si suppongano anche eguali, in due diversi sistemi di artiglieria, gli angoli di mira naturali de' pezzi dello stesso calibro, con aumentarne, o diminuirne i raggi della gioja, e della culatta. Essendo r tang.i–(p–q) ed r tang.i–(p–q)$\frac{x}{r}$ le due espressioni del graduatore, e dell' abbassamento di mira di tutt' i nuovi angoli di mira successivi, e trovandosi le tangenti moltiplicate in grandezze diverse, e sottratte da' loro prodotti, delle quantità anche diverse, i risultati debbono necessariamente esser tutti dissimili, e giammai quelli di un sistema, eguagliare gli altri di un altro, supposte anche eguali ciascuno, a ciascuno gli angoli artificiali di mira. La necessità di costruire le tavole de' tiri in ciascun sistema è dunque provata, nè vi sarà, dopo le formole date, che la sola pazienza di farvi delle lunghe e penose applicazioni, che potrà soddisfarne il compimento.

Dopo di avere riguardato il rimbalzo ne'suoi effetti sulla terra, passiamo a riguardare gli altri sull' acqua. È necessario per ottenersi questa sorta di rimbalzi, che la velocità verticale del projetto sia interamente estinta (come si accennò altrove) prima che il suo diametro verticale fosse

interamente immerso ; agendo l' acqua altrimenti da per tutto egualmente , non resterebbe al corpo, (che si suppone sferico, come sono i projetti), dopo la totale immersione , che la sola forza della sua gravità , che invece di frastornarlo dalla direzione d'immersione, tenderebbe continuamente ad accrescerla, e corrispondendo, come si vedrà fra breve , nel caso della totale immersione, la risultante delle resistenze nell' orizontale pel centro della palla , la resistenza non potendo decomporsi, niente vi resta per la forza verticale da basso in alto , atta a cacciare la palla.

Siccome l'immersione si esegue gradatamente, così il centro del corpo , spinto da due forze, che non serbano una ragione costante, cambiando continuamente di direzione, descriverà una curva concava verso la superficie dell'acqua, per effetto della cagione , che anderemo ad esporre.

Supponendosi avere il corpo totalmente perduta la sua velocità verticale , correrà per l'orizontale, colla velocità , che li resta dopo la reazione del fluido; egli dunque seguirà il suo moto per *cd* (*Fig. 34*) nel primo istante del suo cammino. Ora essendo l' arco *bdi* , quello , che prova la resistenza del fluido , compreso fra le parallele *bz*, *no*, ne nasce , che la risultante di tutte le resistenze, che incontra la palla traversando orizontalmente il fluido, passa nel filetto fluido nel mezzo dello spazio , e parallelo alla su-

perficie dell' acqua. Le forze sono tutte parallele ne' filetti fluidi, e della stessa efficacia; dunque la risultante di tutte, sarà quella, che riunendo la somma delle parziali, passa, e si manifesta per la linea accennata, equidistante dalla superficie dell' acqua, e dalla tangente all' arco immerso, parallela a quest' ultima. Questa verità è immutabile. Non si tratta, che di conoscere dove la risultante accennata incontri l' arco immerso. La metà della parte non immersa del diametro verticale della palla, applicata al di sotto del centro del globo, e tirata per questo punto, una parallela alla superficie del fluido, si avrà nel suo incontro coll' arco immerso, quella parte di quest' ultimo, che racchiusa fra la linea accennata, e l' orizontale pel centro della palla, misura l' angolo della tangente al punto di contatto, e la direzione della risultante delle resistenze. La decomposizione delle forze ci farà conoscere, e la velocità colla quale la palla segue il suo cammino, e l' altra, che impiega ad uscire verticalmente dal fluido. Di tutt' i filetti fluidi, *Li* (*Fig. 34*) n' è la risultante, che passa pel mezzo della perpendicolare zy: questa incontra sicuramente an in d, di modo che $cd=\frac{ab}{2}$. Ciò è della massima evidenza. Si conosce ab, e con essa il sen.di; quindi l' arco ni, ed il compimento al retto Pi. Quest' ultimo misura l'angolo icP, che sempre

eguaglia l'altro *ihg*, formato dalla direzione della risultante, e dalla perpendicolare calata sulla tangente, menata pel punto d' incontro *i*. Dunque la risultante delle resistenze, passando per *i*, passerà per un orizzontale inferiore a *cP*, ch' è quella per dove agisce la potenza. Il corpo incontrerà il fluido per l' obliqua *ah*, alla direzione *mg*; risoluta dunque l' efficacia della resistenza incontrata per *dh*, nelle due *hg*, *gi*, la sola *hg* distruggerà del moto nel corpo; ma questa essendo tuttora obliqua alla direzione del moto, che si esegue per *cP*, che passa pel centro delle forze, e risolvendosi nelle due *hf*, *gf*, la prima sola distruggerà del moto nel corpo, come contraria, e l' altra *fg* tenderà e sollevarlo. Il corpo dunque colla differenza delle forze per *cP*, ed *fh*, seguirà il suo cammino in avanti, mentre che per effetto della forza *fg* esce dall' acqua, portandosi per la diagonale di queste due forze, applicate su di *ca*, e *cP*, la di cui efficacia diminuendo a momenti, come diminuisce la superficie immersa, e l' obliquità dell' immersione; ed il moto di rotazione, nato dall' essere *dh* inferiore a *cP*, esercitandosi sempre da *n* verso *Q*, la facilità del rimbalzo viene accresciuta. Le leggi dunque, che abbiamo assegnate pei rimbalzi sulla terra, sono perfettamente applicabili a quei sull' acqua.

Ora la continua proporzione di *ih*, *hg*, *gf*, fa, ch' essendo $ih : hf = \overline{ih}^2\ \overline{gh}^2$, sia sempre la for-

za intera di resistenza, all' efficacia manifestata nel senso orizzontale, come il quadrato del raggio, all' altro del coseno; e la prima, all' altra verticale da giù in su, come il quadrato del raggio, all' altro del seno. Le forze, orizontale, e verticale, seguono dunque l' accennata ragione del coseno al seno.

Chiamando w, l' angolo della tangente colla verticale, sarà la forza impiegata dalla palla nel traversare orizontalmente il fluido, espressa da $mv\cos.w$ e la resistenza, che pruova traversandolo da $\frac{9gv^2(\cos.w)^2}{483,27.rg'}$. E dando alla parte fuori dell' acqua un qualunque valore, già ottenuto dalla formola delle immersioni $\frac{rgv^2\text{sen}.i}{3p'}$, che in un applicazione di 1134 piedi di velocità d' incontro, (ch' è la velocità, che resta alla palla da 24, dopo di aver percorso 100 tese, con 1250 piedi di velocità iniziale) di 4° d' incidenza sull' acqua, si trova essere di 0,0112 piedi, si otterrà $w=1°,27'$. Dunque la prima forza $=27000$ libre, e la resistenza $=14620$ libre. Sicchè la velocità del moto orizontale $=524,16$ piedi. Ma nel momento, che della palla resta fuori dell' acqua la quantità *0,0112* piedi, tutto il conflitto degli sforzi reciproci è finito, e la palla s' immergerebbe allora per effetto del proprio peso, se per quello dell' urto per gf, non fosse rimandata in alto;

per effetto dunque di questa forza sola, e non per altro principio, essa si solleva. Ma la resistenza orizontale essendo alla verticale, come i quadrati del coseno, e del seno di w; sarà $(\text{sen}.w)^2$: $(\cos.w)^2 = x : \frac{9gv^2(\cos.w)^2}{483,27.rg'} = \frac{9gv^2(\text{sen}\ w)^2}{483,27.rg'}$, dove applicando i valori, si ottiene 0,39 piedi per la velocità verticale, quantità tanto piccola, che non permettendo alla palla di sollevarsi, che di poco, fa raderli la superficie del fluido, piuttosto, che saltare. Questo è conforme a ciò, che si era da noi preveduto nella piccolezza della parte del diametro verticale, che sotto l'angolo di 4° restava quasi occupato dal risalto del fluido.

Dandosi alla palla 3° d'incidenza sull'acqua, si ottiene di 15°, 14′ l'angolo w, e quindi 45 piedi la velocità verticale di uscita, e 526,25 l'orizontale; la prima è molto grande. Dando però 3°,30′ d'incidenza, si ottiene 8°,29′ per l'angolo w; 13,27, piedi la velocità verticale, e 525 l'orizontale. Queste velocità essendo vantaggiose, ed ottenendosi con angoli diversi da 3°,30′ delle velocità verticali di uscita o molto grandi, o molto piccole, per gli usi a cui sono destinat' i rimbalzi, noi adotteremo quest'angolo pel più vantaggioso.

La palla intanto animata dalle due velocità ritrovate di 13,27 piedi, e 525, verticale la prima, orizontale la seconda, descriverà fuori dell'ac-

qua una curva, sempre di minore altezza, ed ampiezza della prima, per incontrare di bel nuovo il fluido finchè non sia estinta la sua velocità verticale di uscita; essa allora s' immergerà obliquamente, per non più uscirne.

Si è già osservato, che coll' angolo d' incidenze di 4°, restando della palla fuori della superficie dell' acqua, una porzione molto piccola, difficilmente si eseguiva con franchezza il rimbalzo; ma in rigore doveva succedere. Il massimo angolo d' incidenza sull' acqua, quello cioè, sotto del quale il diametro verticale della palla è totalmente immerso è $4°,5',59''$. Infatti essendo $\ddot{i} = \frac{rgv^2 \text{sen}.i}{3p'}$ sarà $\text{sen}.i = \frac{\ddot{i}.3p'}{rgv^2}$;

$$\text{ma } L\ddot{i} = 9,6627578, \text{ essendo } \ddot{i} = 0,46 \text{ piedi}$$
$$L3 = 0,4771213$$
$$Lp' = 5,0374783$$
$$Com.rgv^2 = 3,6769321$$
$$L\text{sen}.i = 8,8542895, \text{ il num. è}$$
$$i = 4°,5',59''$$

Sarà dunque questo l' angolo massimo, sotto i dati già proposti per la palla da 24 nel corso di questo articolo. Crescerà, o diminuirà questo limite, diminuendo, o crescendo la velocità residua, che sempre potrà determinarsi, facendo delle successive applicazioni nella formola generale, e segnandone i risultati in una tavola, sa-

persi quelli, di cui bisogna usare, conoscendo le cariche.

Si è già veduto, che per ottenersi rimbalzo sicuro sull' acqua, non bisogna giammai oltrepassare l' angolo di 4°, sotto la velocità residua di 1134 piedi, che risulta dalla distanza di 100 tese, e dalla velocità iniziale quasi fissata di 1275 piedi. Ma qual angolo dovrà formare l' asse dell' anima del pezzo coll'orizzonte, per esser sicuri, che la palla giunga ad incontrare il fluido, sotto un angolo mai maggiore di 4o?

Noi ci rammentiamo di aver dovuto ricorrere ad un metodo misto di teoria, e di applicazione nel tempo stesso, decomponendo la traettoria descritta dalla palla nel mezzo resistente, determinando i risultati della teoria del rimbalzo, e ciò per non avere bene ancora approfondita l' indole della curva. Questo metodo ci è sempre riuscito, con nn approssimazione maggiore di qualunque desiderabile, e noi lo seguiremo anche quì in questa determinazione.

La batteria superiore delle coste è già fissata a 36 piedi dal livello del mare; la distanza di avvicinamento del vascello si suppone 100 tese; la velocità iniziale della palla 1275 piedi; l' altezza dunque dovuta al grave, e descritta da esso nel tempo stesso della traettoria, sarà di 3,665 piedi; ed essendo questa *vb*, sarà *ab* la tangente della curva, ossia l' asse dell' anima prolungato;

e l' angolo *abc*, ch' eguaglia quello formato al di sotto dell' orizzonte, eguaglierà 3°,5' (*Fig. 33*) Per vedere ora, se l' angolo formato dalla tangente alla curva, nel punto d' incontro coll' acqua, e l' orizzontale, non ecceda i 4°, si tiri per un punto *m*, distante da *v* per due tese, la verticale *mn*, questa incontrando la curva in *o*, farà, che il suo elemento *ov*, si confonda colla tangente in *v*, e che l' angolo *ovm*, sia quello, di cui si richiede il valore (locchè diviene più chiaro, se si riflette, che descrivendosi tutta la curva da *a* in *v*, in *0,2427"*, la parte *ov* si descrive in un tempo estremamente piccolo). Dalla conoscenza già ricavata di *ac*, *cb*, *bv*, risulta *vx*, che incontra la *ab* prolungata, di 68,01 piedi. Dunque *mn=4.311* piedi. Ma *on* si trova col calcolo eguale 3,53 piedi; sicchè *om= 0,781* piedi, quindi *ovm=3°,43'*, angolo minore di 4° per 17', e del massimo per 0°,22',59". Se si crescesse la velocità della palla, o si diminuisse l' altezza della batteria, l' angolo *ovm*, potrebbe eguagliare quello di 3°,30', che noi abbiamo fissato pel massimo. Ma si dirà: quale sarà mai quest' angolo, se la distanza di avvicinamento del vascello sia maggiore, o minore di 100 tese? Noi crediamo bene di togliere ogni dubio, dicendo, che tirandosi nel primo caso sempre a 100 tese, il vascello colpito nel primo rimbalzo, lo è più vantaggiosamente per la batteria, e che

facendosi uso nel secondo delle batterie inferiori delle casematte, si ottiene lo stesso effetto.

È sorprendente, come l'autore dell' *Aide-mémoire* abbia ignorato questo principio, nella determinazione dell' altezza della batteria di costa, e dell' angolo d' incidenza della palla sull' acqua. Si rischierebbe di perdere la maggior parte de' colpi, se si seguissero i suoi principj.

L' altezza della batterie de' vascelli, sempre minore di 36 piedi, che noi assegniamo alle batterie di costa; la costruzione delle casematte per gli ordini inferiori, e l' arte del defilamento pel superiore a barbetta, preserveranno le batterie di costa da qualunque insulto.

Non si conosce miglior metodo di tirare contro il bordo de' vascelli, che passano avanti alle batterie di costa, che col rimbalzo. Spesso le palle non colpendo direttamente l' oggetto, o s' immergerebbero nell' acqua per non più uscirne in un punto fra la batteria, ed il vascello, o toccherebbero la superficie del mare al di là di quest' ultimo, passando per sopra il suo bordo: i colpi sarebbero così egualmente perduti. Quando al contrario la palla possa rimbalzare sull' acqua, si sarà sicuri, ch' essa ne incontr' il bordo nel suo nuovo corso, come non si è potuto mai dubitare della rovina, che tale moto produceva sulle opere di fortificazione, che volevano infilarsi.

Non perchè la teoria de' rimbalzi sulle ope-

re di fortificazione ha rapporto alla conoscenza dell' altezza del sopraciglio del parapetto sul livello della batteria (37), deve l' altra de' rimbal-

---

(37) Trovandos' i cannoni accosto ai parapetti, basta per defilare il servizio di una batteria di cannoni, di tirare dal punto di dominio una retta, alla parte superiore del servizio suddetto, ed alzare tangenzialmente alla parte anteriore delle ruote, una verticale, incontrando siffatta linea, che darà naturalmente l' altezza del parapetto. Non è però lo stesso nelle batterie de' mortari, che sono discosti da' parapetti, e che debbono sovente tirare con angoli di elevazione non molto grandi, voglio dire di 30°. La quistione in tal caso dovrebbe proporsi: Dato il dominio del nemico (cioè la sua distanza, e la sua altezza dal livello della batteria); la distanza dal centro di moto del mortaro dalla parte di dietro più distante del suo servizio, e l' altezza di quest' ultimo; determinare l' altezza del parapetto, e la sua distanza dal centro di moto del mortaro, per defilarne il servizio, e permettere, che possa esso tirare sotto il minimo angolo di elevazione.

Si chiami perciò (*Fig. 36*) $AC=a=30$ piedi il dominio della batteria nemica, sull'orizzontale pel centro degli orecchioni; $CE=c=1560$ piedi la sua distanza; $GE=d=6$ piedi, l' altezza del centro suddetto dalla parte più distante del suo servizio; $ED=b=4,5$ pie. di l' altezza di quest' ultimo; HFG il minimo angolo di elevazione $=30°$. Sarà $a-b : c=b : \frac{bc}{a-b}$. Onde

$$GL=\frac{cb}{a-b}+d=\frac{cb+ad-bd}{a-b}.$$

zi sull'acqua fissare quella delle batterie di costa. È uno degli errori più classici, e spesso ripetu-

---

Si ha inoltre $GHL = CGH - GLH$; dunque

$$\text{sen.}GHL = \frac{\text{sen.}CGH \times \cos.GLH - \text{sen.}GLH \times \cos.CGH}{r}.$$

Ma essendo $CGH = 30^\circ$, $\text{sen.}CGH = \frac{r}{2}$, e $\cos.CGH = r\sqrt{\frac{3}{4}}$. Dunque $\text{sen.}GHL = \frac{r}{2}\cos.GLH - \text{sen.}GLH.\frac{r}{2}\sqrt{\frac{3}{4}} = \cos.GLH - \text{sen.}GLH.\sqrt{3}$.

Ma presa $LD = r$, $DE = \text{sen.}GLH = b$, ed

$$EL = \cos.GLH = \frac{cb}{a-b};$$

sarà

$$\text{sen.}GLH = \frac{cb}{a-b} - b\sqrt{3} = \frac{cb - ab\sqrt{3} + b^2\sqrt{3}}{2(a-b)}.$$

Ma $\text{sen.}GHL : \text{sen.}L = GL : GH$, e sostituendo

$$\frac{cb - ab\sqrt{3} + b^2\sqrt{3}}{2(a-b)} : b = \frac{cb + ad - bd}{a-b} : GH.$$

Dunque $GH = \dfrac{2b(cb + ad - bd)}{cb - (ab + b^2)\sqrt{3}}$. Dunque

$$FG = \frac{GH}{2}\sqrt{3} = \frac{b(cb + ad - bd)}{cb(ab + b^2)\sqrt{3}}.\sqrt{3} = \frac{cb + ad - bd}{c - (a+b)\sqrt{3}}.\sqrt{3}, \text{ ed } FH = \frac{GH}{2} = \frac{cb + ad - bd}{c - (a+b)\sqrt{3}}.$$

Si facci un applicazione ai valori assegnati nella prima formola $FG = \dfrac{cb + ad - bd}{c - (a+b)\sqrt{3}}.\sqrt{3}$.

to in tutte le memorie pratiche di artiglieria, quello di ricavare l'altezza suddetta, dalla distanza dell' ancoraggio, o del massimo avvicinamento di un vascello alla vela, e dell' angolo d' incidenza più vantaggioso pel rimbalzo sull' acqua. Chi non vede, che secondo questo principio, al

---

$cb+ad-bd=7173$ piedi, il log. è $=3,8557008$
$L(a+b)$ di $34,5$ piedi $=1,5378191$
$L\sqrt{3}=0,2385606$
$1,7763797$, il num. è
$59,75$ piedi. Dunque
$c-(a+b)\sqrt{3}=1500,25$ piedi il log. è
$3,1761636$
Ora $L(cb+ad-bd)=3,8557008$
$Com. 1500,25=6,8238364$
$L\sqrt{3}=0,2385606$
$0,9180978$, il num. è
$FC=8,281$ piedi.

Sarà questa la distanza del parapetto. Si troverà così $FH=4,777$ piedi. Ma l' asse degli orecchioni è superiore alla superficie del terreno di $1,5$ piedi. Sarà dunque l' altezza totale del parapetto di $6,277$ piedi, e l' effettivo dominio sul piano della spianata di $31,5$ piedi. Si potrà dunque dopo questa conoscenza formare una tavola per la facilitazione de' risultati nel momento da farne uso; tavola di una costruzione altrettanto più semplice, e spedita, che una volta trovata l' altezza del parapetto, viene subito fissata la sua distanza dall' asse degli orecchioni, che serba alla prima la costante ragione di $\sqrt{3}:1$.

variare della distanza, e della velocità della palla, l'altezza della batteria dovrebbe altresì variare, e forse talora giungere in uno stato di abbassamento sì grande, da esser dominata non solo dal fuoco delle coffe, ma dall'altro ancora delle batterie superiori de' vascelli? Io credo piuttosto che siffatta altezza dovrebbe risultare dal dominio del fuoco di questi ultimi, potendosi benissimo ottenere degli eccellenti rimbalzi, da una batteria così elevata, variando soltanto le cariche al variare delle distanze di massimo avvicinamento de' vascelli. La quistione si ridurrebbe allora a formare delle tavole su di questo principio, che non possiamo fare a meno di ammettere per giusto in tutta la sua estensione.

Di questa sola maniera, e non altrimenti le batterie di costa, per ciò, che riguarda la loro costruzione, sono formidabili contro le squadre. La batteria non offre al vascello su di un estensione di tre tese in lunghezza, che un piede e mezzo in lunghezza, ed altrettanto in altezza, cioè $2 \frac{1}{4}$ piedi quadrati; il pezzo covrendo la testa dell'uomo, che punta, e lo spalleggiamento il resto del suo servizio. Un vascello di 150 piedi di chiglia, e tre tese di altezza, presenta alla batteria 2700 piedi quadrati, senza comprenderv' il velaggio, il cordaggio, e la mattura.

Di più il cannoniere di un vascello alla ve-

la , non può puntare con certezza; il rollìo , ed il tempellamento guastano tutto. Se le bocche dei pezzi del vascello , non si sollevano , o abbassano nel moto , che di un pollice solo alla distanza di 100 tese , lo sbaglio sarà quasi nella ragione di 6 : 1. Ma nel moto orizzontale non più , che $\frac{1}{12}$ de' suoi tiri colpiranno la batteria. La probabilità di colpire sarà dunque di 72 : 1 Ma il bersaglio , che oppone il vascello , a quello , che presenta il servizio del pezzo, è stato trovato di 1200:1 (dividendo 2700 per 2 $\frac{1}{4}$). Dunque i mali del vascello , e della batteria, saranno come 86400 : 1. Una batteria di 4 in 6 pezzi da 24 avrà sempre un vantaggio immenso su di un vascello di qualunque portata , e calibro , che fosse (avendo 100 pezzi il rapporto suddetto diviene di 484 : 1).

In due eccellenti memorie Gribeauval , Generale di Artiglieria di Luigi XVI ha fatto conoscere , che i cambiamenti soppravvenuti nel materiale di artiglieria , abbracciavano ancora con successo la parte delle coste, e che le massime del Generale la Rozière sulla bassezza delle batterie di costa , ottime forse nel tempo in cui scrisse questo Generale , meritavano la stessa sorte. Dopo quel tempo le batterie basse si sono sollevate da per tutto.

Le squadre non hanno mai superato le batterie costruite di simil fatta, come il Risban di Dunquerque, la Cittadella, e l'entrata del Porto Du Havre; le torri dell'Isola Tathieu; il forte di S. Malò; i castelli di Taureau, di Berthaume, e Camaret; le piccole cittadelle di Port-Louis, di Belle-Ile. ec.

Che si aggiunga a tutto questo, le palle infocate; i misti incendiarj, di Perinet d'Orval; le palle incendiarie di Bietry, che hanno portato il fuoco sino ad 800 tese, e tanti altri mezzi distruttivi per le squadre, e si vedrà la superiorità decisa delle batterie di costa su queste ultime.

Nè si creda poi, che vi sieno de' vascelli di tanta doppiezza, che le palle non possano totalmente perciarli. Le sperienze fatte dagl' Inglesi a Chatam hanno provato, che la palla da 18 spinta da 6 libre di polvere, perciava nel legno più duro da 57 in 46 pollici; nè v' è sicuramente bordo di vascello di così forte doppiezza.

Tutto ciò, che si è detto da noi è più, che sufficiente, per non lasciare sulla teorìa dell' artiglieria nessun' altra cosa a desiderare: la teorìa del getto delle bombe vi manca. Il problema genarale che tutto risolve, e ch' è il cardine di questa teorìa, l' abbiamo già dato nel corso di questo trattato. Noi ne intraprenderemo successivamente il travaglio, quando alcune sperienze,

che siamo desiderosi di eseguire nelle scuole pratiche, ed il tempo, che per ora ci manca per dedicarci a questa fatica, possano metterci in grado da compirla, essendo già bene avanzata.

Facciamo finalmente avvertire, che la teorìa dell' artiglieria, riguardando egualmente le armi, e le macchine destinate a manovrarle, e servirle; ed avendo noi trattato in questo primo volume della teorìa delle armi, ci occuperemo nel secondo dell' altra, che ha rapporto alle macchine.

FINE.

INDICE.

Della Polvere da cannone, e de' suoi componenti. 7

Delle cagioni della detonazione della polvere da cannone. 22

Della manipolazione, e composizione della polvere da cannone. 26

Pruove della polvere. 37

Del fluido, che si sviluppa dalla polvere da cannone. Cagioni, che contribuiscono a renderne maggiore, o minore la sua attività. 43

L' accensione della polvere è successiva: fra tutt' i tiri di un arme da fuoco, ve n' è sempre uno massimo: metodo per determinarlo. 54

Del rinculo de' pezzi di artiglieria. 71

Della legge con cui il fluido elastico sviluppato dalla polvere accesa, agisce sulla palla alle varie distanze dal fondo dell' anima. Scala delle pressioni, ch' esso esercita contro l' anima de' pezzi di artiglieria: idea sulle doppiezze di metallo dalla culatta alla bocca de' pezzi stessi. 85

Del modo di calcolare la forza massima della polvere nel tempo della sua accensione: sua pressione su i projetti di artiglieria. 95

Delle velocità iniziali delle palle. 107

Della resistenza, che oppone l' aria al corso de' projetti: traettoria in essa descritta. 135

Degli effetti diversi, che voglion ottenersi dai projetti, nelle varie circostanze che presenta la guerra. 150

Delle varie specie di artiglierie: materie, che le compongono: denominazione delle loro parti costitutive. 158

Dell'anima dei pezzi di artiglieria; sua lunghezza; calibri da adottarsi. 169

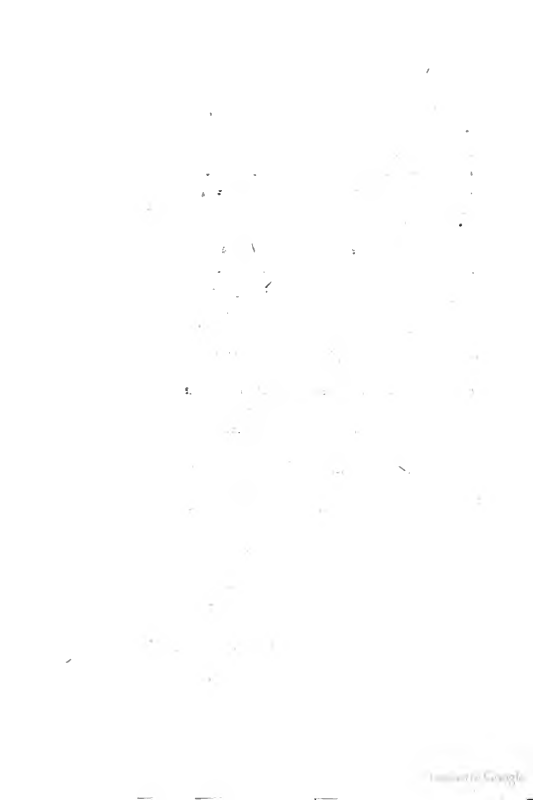
Delle camere nel fondo dell' anima: necessità di adottarle in alcune armi: loro figura più vantaggissa: posizione della lumiera: rapporti sulle portate: cagioni della loro variabilità. 180

Come il nuovo sistema di fondere i cannoni, abbia potuto conciliare i vantaggi di una maggiore durata, e di una più grande leggerezza. Si determina la coesione del metallo, che serve alla fabbrica delle bocche a fuoco. Si determinano le grossezze di metallo, nelle varie lunghezze, e siti dell' anima. 208

Evasamento dell' anima de' pezzi di artiglieria, e della loro lumiera: diametro di quest' ultima: ripieghi per rimandarlo al giusto, quando venghi alterato dall' esplosione, o dal passaggio del fluido elastico. 239

Posizione degli orecchioni nei pezzi di artiglieria: loro dimensioni: Situazione de' manichetti: loro grandezza, e figura. Adorni, e loro risalti sulla superficie del metallo. 248

Della teoria de' tiri delle bocche a fuoco: maniera di puntare i pezzi. 267

Delle varie specie de' tiri, e particolarmente di quei d'infilata, e di rimbalzo. 326

ERRORI			CORREZIONI
Pagina	*verso*		
4	18	Gonitore	Genitore
12	11	rapessa	passare
18	15	sole	sale
30	16	libre	linee
32	7	umette	umetta
65	9	richesta	richiesta
94	22	magiore	maggiore
104	2	$\frac{cy^2}{2}(r-)x$	$\frac{cy^2}{2}(r-x)$
106	2	è $\int\frac{cy^2dx}{2}$	e $\int\frac{cy^2dx}{2}$
123	2	proporzione	proporzionale
150	4	$\cos.a^2$	$(\cos.a)^2$
151	20	velocilà	velocità
153	25	i	si
167	5	solendone	volendone
180	17	*ALGUNE*	*ALCUNE*
197	11	della culatta	dalla culatta
236	26	b^3a^3	b^3-a^3
246	17	il masso	la massa
251	7	solido	solito
256	18	esterno	estremo
256	28	11478,9292	16478,9292
257	26	*4,9γ*	*4,99*
306	11	*0,0177126*	il num. è *0,0177126*
360	19	*9,7759066*	*8,7759066*

Tav. I.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.
Fig. 15
Fig. 19.
Fig. 20
Fig. 23.
A
N
m
M
O
p
P
B
D
Q
C
E
F
G
H
I
K
L
S
Z
V
I
a
M

Fig: 27.
E
o
m
Fig: 30.
A
B
C
D
E
Fig: 33.
G
N
L
B
C
O
D
H
F
E
M
b
G
y
Fig: 3
Fig: 36.
H
K
D
I
F
G
E
L